COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT-CINQUIÈME

JUILLET — DÉCEMBRE 1887.

PARIS,
GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55.

1887

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 JUILLET 1887.

PRÉSIDENCE DE M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse une ampliation du Décret par lequel M. le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Verneuil* pour remplir, dans la Section de Médecine et Chirurgie, la place devenue vacante par suite du décès de M. *Gosselin*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Verneuil** prend place parmi ses Confrères.

Inauguration de la statue de Nicolas Leblanc;
Note de M. **Eug. Peligot.**

« L'Académie des Sciences s'est intéressée, à diverses époques, à la pensée de rendre un hommage public à la mémoire de Nicolas Leblanc.

En 1883, un Comité de patronage se constituait, sous la présidence de M. Dumas, en se donnant la mission d'accomplir, avec l'aide d'une souscription internationale, l'œuvre de réparation auquel a droit l'inventeur de la soude artificielle. Ce Comité, composé en grande partie de Membres de l'Institut, a terminé la tâche qu'il s'était imposée : la statue en bronze de Nicolas Leblanc a été inaugurée, mardi dernier, 28 juin, dans la cour d'honneur du Conservatoire des Arts et Métiers.

» Je dépose sur le Bureau de l'Académie la médaille commémorative frappée à cette occasion; je dépose également le discours que j'ai adressé à M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie, Président de la cérémonie d'inauguration. »

THÉRAPEUTIQUE. — *Note de* M. **Pasteur** *accompagnant la présentation du Rapport de la Commission anglaise de la rage.*

« J'ai l'honneur de déposer sur le Bureau de l'Académie le Rapport présenté à la Chambre des Communes par la Commission anglaise chargée d'étudier la méthode de prophylaxie de la rage.

» Cette Commission était composée de :

Sir James Paget, président,
Lander Brunton,
Fleming,
Sir Joseph Lister,
Quain,
Sir Roscoe,
Burdon Sanderson,
Victor Horsley, secrétaire.

» Nommée le 12 avril 1886, cette Commission a mis plus d'une année à contrôler tous les faits qui servent de base à la méthode.

» Le développement du virus rabique dans la moelle des animaux morts de rage, la transmission de ce virus par inoculation intra-crânienne ou hypodermique, l'exaltation de ce virus par passages successifs de lapin à lapin, puis la possibilité soit de protéger d'avance, à l'aide d'inoculations vaccinales, des animaux sains contre des morsures ultérieures d'animaux enragés, soit d'empêcher dans ceux qui avaient été mordus l'explosion de la rage, et enfin l'application de cette méthode à l'homme et la valeur de son efficacité, tel a été ce long programme d'expériences et d'enquêtes.

» La conclusion du Rapport est une expression de confiance entière et unanime.

» Ainsi tombent d'elles-mêmes les contradictions qui se sont produites.

» Je laisse de côté les attaques passionnées qui n'ont eu pour excuse ni la moindre tentative d'expérimentation, ni la plus légère observation des faits dans mon laboratoire, ni même un échange de paroles et d'idées avec le directeur de la clinique de la rage, le professeur Grancher et les docteurs qui l'assistent.

» Mais, si profonde que soit ma satisfaction de Français, je ne puis me défendre d'un sentiment de grande tristesse en songeant que ce haut témoignage donné par une Commission de savants illustres n'a pas été connu de celui qui, au début de l'application de la méthode, m'a soutenu de ses conseils et de son autorité, qui, plus tard, quand j'étais absent et malade, sut si bien défendre la vérité et la justice, de notre cher Confrère Vulpian. »

ASTRONOMIE. — *Note sur les premiers travaux de l'observatoire de Nice;* par M. **Faye**.

« A peine les constructions commençaient-elles à sortir de terre, M. Perrotin, à qui M. Bischoffsheim a confié la direction astronomique sur la désignation du Bureau des Longitudes, commençait lui-même la série de ses observations; il les a poursuivies dès lors avec un zèle et une capacité dont témoigneront assez les deux premiers volumes des *Annales* de cet observatoire (¹). Lorsqu'il ne disposait encore que d'un petit cercle méridien de Gautier, il a mis à profit cet instrument pour déterminer la position géographique du nouvel observatoire, en le rattachant, par des opérations de télégraphie électrique, à l'observatoire du Bureau des Longitudes à Montsouris (commandant Bassot et Perrotin), puis à l'observatoire de Milan (Perrotin et Celoria). La longitude de Milan ayant été antérieurement déterminée directement par notre Confrère le général

(¹) Le deuxième Volume, édité avec tous les soins imaginables par M. Gauthier-Villars, vient de paraître sous le titre : *Fondation Bischoffsheim. Annales de l'Observatoire de Nice, publiées, sous les auspices du Bureau des Longitudes, par M. Perrotin, directeur.* Le premier Volume contiendra la description de l'observatoire et de ses instruments.

Perrier et M. Celoria, nous rencontrons tout d'abord une vérification décisive, car les deux premières opérations donnent pour Paris-Milan $27^m 25^s,325$, tandis que la mesure directe a donné $27^m 25^s,313$.

» Quant à la latitude, M. Perrotin lui assigne provisoirement la valeur $43^o 43' 16'',9$. Il en déterminera plus tard la valeur définitive à l'aide du grand cercle méridien que nos Confrères ont pu admirer dans les ateliers des frères Brunner, avant sa translation à Nice.

» Dès que le Directeur s'est trouvé en possession du bel équatorial de $0^m,38$ d'ouverture objective qu'on désigne à Nice, malgré ses dimensions, sous le nom de *petit équatorial*, il a entrepris une série de mesures d'étoiles doubles, dont on n'avait jusqu'alors que bien peu d'exemples en France. L'examen de ces mesures, comprenant plus de trois années d'un travail assidu, nous a montré qu'elles rivalisent, en fait de précision, avec les plus beaux travaux de ce genre exécutés à l'étranger à l'aide d'instruments plus puissants, mais sous un ciel moins favorable. L'érection de la grande lunette de $0^m,76$, qui va nous mettre enfin au pair des progrès accomplis à l'étranger, donnera à ces travaux une impulsion toute nouvelle.

» Puis vient une suite d'observations de toutes les comètes parues depuis quatre ans et d'un grand nombre de petites planètes. Elles sont dues à MM. Perrotin et Charlois. Je rappelle à cette occasion que le zélé collaborateur de M. Perrotin ne s'est pas contenté d'observer les planètes déjà connues, en choisissant les plus difficiles : à l'exemple de son chef, M. Perrotin, il en a lui-même découvert une dans ces derniers temps, en sorte que l'observatoire de Nice a déjà commencé à payer son tribut à cette branche de l'Astronomie.

» Qu'il me soit permis d'insister particulièrement sur les beaux travaux de Spectroscopie dus à M. Thollon, à qui M. Bischoffsheim avait eu l'heureuse pensée de créer une position dans son observatoire. Je citerai d'abord la découverte que M. Janssen rappelait à l'Académie, le jour même où j'avais la douleur de lui annoncer la mort de l'éminent physicien. Je veux parler de la différence essentielle que les raies telluriques et les raies d'origine solaire présentent lorsqu'elles émanent d'un bord du Soleil entraîné vers nous, ou en sens inverse, par la rotation. Les secondes se déplacent vers le violet ou vers le rouge, tandis que les autres restent fixes. En combinant deux groupes voisins sur l'équateur, formés chacun d'une raie du fer et d'une raie voisine due à la vapeur d'eau atmosphérique, mais inversement disposées, M. Thollon a constaté que l'un de ces groupes se dilate et que l'autre se rétrécit en passant d'un bord à l'autre du disque

solaire. La mesure de ces inégalités, ainsi mises en plein contraste, doit conduire à la détermination la plus directe de la vitesse de rotation superficielle du Soleil dans cette région. Voilà certes une belle application d'une indication capitale que la Science doit à notre Confrère M. Fizeau.

» C'est en examinant à Nice les alentours immédiats du Soleil masqué par un écran que MM. Thollon et Gouy découvrirent, tout près de cet astre, la grande comète de 1884. Ils constatèrent que le spectre de cette étonnante comète présentait les raies du sodium, fait presque inouï jusqu'alors. Bien plus, les mêmes observateurs remarquèrent que les raies D_1 et D_2 de la comète étaient déviées vers le rouge du quart ou du cinquième de leur distance, et ils n'hésitèrent pas à en conclure que la comète s'éloignait alors de la Terre avec une vitesse de 76^{km} à 61^{km} par seconde. Le calcul des éléments de l'orbite permit plus tard à M. Bigourdan de montrer que les observateurs de Nice avaient eu raison; il trouva qu'au moment de l'observation de MM. Thollon et Gouy la vitesse de la comète, dans le sens de leur rayon visuel, était de 73^{km}.

» Vient ensuite une autre découverte bien féconde en résultats. M. Thollon a constaté que, dans les régions B et α du spectre solaire, une partie des raies telluriques sont dues, non pas à un élément variable avec la température, tel que la vapeur d'eau, mais à un élément constant de l'atmosphère, tel que l'azote ou l'oxygène, dont l'influence ne varie qu'avec l'altitude du Soleil. Plus tard, M. Egoroff a brillamment confirmé cette découverte en montrant que les raies susdites appartiennent toutes à l'oxygène de l'air.

» Enfin, je ne puis m'empêcher de mentionner le récit de l'expédition que l'observatoire de Nice envoya, en 1882, dans la haute Égypte, sous la direction de M. Thollon, pour l'observation d'une éclipse totale de Soleil. Grâce aux recommandations de nos illustres Confrères MM. de Freycinet et de Lesseps, cette expédition fut accueillie à merveille par le gouvernement du vice-roi. Elle se composait de MM. Thollon, Puiseux fils, Trépied et d'un Anglais, M. Ranyard, bien connu du monde savant. Le programme des observations avait été rédigé par le Bureau des Longitudes et, chose touchante, notre regretté Confrère M. Puiseux avait employé, malgré la maladie dont il mourut peu de temps après, les derniers moments de son séjour à l'observatoire de Nice, où il était allé chercher un allègement à ses maux, à calculer les éléments de cette éclipse pour la localité désignée. Il est bon de rappeler ici que les astronomes étrangers qui avaient choisi le même lieu pour l'observation de cette éclipse, MM. Lockyer, Schuster,

Laurence, Buchanan, Tacchini et Mahmoud Pacha, résolurent d'opérer en commun avec les astronomes de Nice et de ne former qu'une seule mission en quelque sorte internationale.

» Les travaux dont je viens de rendre un compte trop rapide datent tous de l'époque où l'observatoire de Nice était en voie de construction. Aujourd'hui, il est achevé. Le grand cercle méridien des frères Brunner est maintenant en place, et la grande lunette de $0^{m},76$ d'ouverture, due aux frères Henry, montée parallactiquement sur le pied construit par Gautier, vient d'être installée sous la merveilleuse coupole tournante d'Eiffel, dont le diamètre surpasse celui de la coupole du Panthéon. Voici donc que s'ouvre l'ère de l'activité complète pour l'observatoire de Nice, désormais doté des plus beaux, des plus puissants instruments du monde, sous un ciel qui en doublera l'efficacité. Quant au personnel, le passé répond de l'avenir ; ce qui a été fait jusqu'ici, avec des moyens incomplets, laisse prévoir ce que les astronomes de Nice feront avec les immenses ressources qui leur sont confiées. M. Bischoffsheim a su faire appel à des observateurs distingués ; il a obtenu le concours dévoué du Bureau des Longitudes; il s'est entouré des premiers artistes, des premiers constructeurs de notre pays ; il a voulu enfin que son palais astronomique et physique s'ouvrît largement aux hommes de science à qui l'État ne peut pas toujours fournir des moyens d'action. Son œuvre sera l'honneur et l'ornement de cette cité, reine de la Méditerranée, où dès l'arrivée des voyageurs, au débarcadère même, l'œil est saisi par l'aspect des beaux édifices astronomiques dont notre célèbre Confrère M. Garnier a couronné la montagne voisine. Mais c'est surtout à la gloire de la Science française que M. Bischoffsheim a voulu ériger un monument digne d'elle et de vous.

» Bien qu'à l'étranger on soit plus habitué que nous autres Français aux créations de l'initiative individuelle, l'impression produite y a été profonde, je dirai même touchante, en ce qu'elle s'est dégagée de tout esprit de rivalité. Ainsi, et l'Académie l'apprendra avec satisfaction, l'Association géodésique internationale, qui compte dans son sein des représentants de la Science de tous les pays et des états-majors de toutes les armées européennes, a décidé à l'unanimité, dans sa réunion plénière de Berlin en novembre dernier, que la prochaine session de sa Commission permanente aura lieu cette année, en octobre, à l'observatoire de Nice, dans la pensée de rendre un solennel hommage à cette noble création. »

ASTRONOMIE. — *Méthode générale pour la détermination de la constante de l'aberration. Procédé particulier pour rendre la recherche indépendante du tour de vis et conclusions;* par M. Lœwy.

« Afin de rendre la recherche indépendante de la valeur du tour de vis, il faut, pour des raisons que la discussion fera connaître, d'une part, choisir les deux couples conjugués de telle sorte que les deux arcs $\gamma_{,}$ et $\gamma_{,,}$ les reliant deviennent aussi égaux que possible et, d'autre part, munir le chariot mobile du micromètre de plusieurs fils, 7 par exemple, $f_1, f_2, \ldots, f_7$, séparés les uns des autres de $40'',9$, le double de la constante de l'aberration. Soient d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 leurs intervalles respectifs et D la distance $f_7 - f_1$.

» Si la valeur $\gamma_{,,} - \gamma_{,}$ était notable, une variation possible de la vis par la température pourrait exercer un effet appréciable; mais cette différence étant presque zéro, il reste à considérer le changement angulaire des arcs $\gamma_{,}$ et $\gamma_{,,}$ produit uniquement par l'aberration. Ces préliminaires établis, nous allons exposer les méthodes à adopter dans les réductions et dans les opérations afin de soustraire les résultats à l'influence de la vis. Pour fixer les idées, nous admettrons : 1° qu'on ait réalisé, conformément aux règles antérieurement établies, une série de dix mesures $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \ldots, \lambda_{10}$ dans les trente-cinq premiers jours et dix autres $\lambda'_1, \lambda'_2, \lambda'_3, \ldots, \lambda'_{10}$ dans les trente-cinq derniers jours, λ_1 étant relatif au premier et λ_{10} au dernier jour de la période de quatre-vingt-dix-huit jours; 2° ce qui, *grosso modo*, aura toujours lieu dans la réalité, que les déterminations soient symétriques par rapport à l'époque moyenne des observations.

» Ceci posé, pour arriver à la solution que nous avons en vue, il faut combiner les mesures des deux séries dans l'ordre suivant : $\lambda'_{10} - \lambda_{10}, \lambda'_9 - \lambda_9, \ldots, \lambda'_1 - \lambda_1$; toutes ces différences, relatives à un intervalle de temps écoulé de deux mois environ, étant alors à peu près $41''$, on arrivera à des relations dans lesquelles le coefficient de k sera partout presque égal à 2. En formant aussi des équations de condition d'égale importance, on aura en outre l'avantage d'éviter la recherche de l'inconnue par la méthode des moindres carrés; pour l'obtenir, il suffira de prendre la moyenne de toutes les déterminations particulières. Ce procédé de réductions adopté, qui d'ailleurs est le plus rationnel, le problème à résoudre est alors celui-ci : mesurer, sans introduire une inexactitude tenant à la vis, une distance presque constante, oscillant légèrement autour du nombre de $41''$. Voici

maintenant la marche à suivre permettant de réaliser d'une manière complète cette importante condition d'exactitude.

» On exécutera à la première période toutes les comparaisons au moyen du même fil : on arrivera aux relations connues $\lambda_{,} = \gamma_{,,} - \gamma_{,} - 2k\cos\mathcal{Z}$; $\lambda_{,,} = \gamma_{,,} - \gamma_{,} - 2k\cos\mathcal{Z}_{,}, \ldots$; et à la seconde période, on effectuera la série des observations alternées des deux couples dans un ordre différent, on mesurera l'arc $\gamma_{,}$ comme précédemment au même fil pendant huit à dix minutes; mais, en passant après à $\gamma_{,,}$, il faut pointer l'une des extrémités de cet arc avec le fil f_1 et l'autre extrémité avec le fil f_2; cette opération partielle conduit à l'équation $l_1 + d_1 = \gamma_{,,} - \gamma_{,} + 2k\cos\mathcal{Z}_{,}$. En répétant ce travail, il faut prendre toujours le même fil pour $\gamma_{,}$; mais, en agissant sur $\gamma_{,,}$, on fera comme précédemment, en pointant toutefois l'une des extrémités avec le fil f_2 et l'autre avec le fil f_3; on aura ainsi

$$l_2 + d_2 = \gamma_{,,} - \gamma_{,} + 2k\cos\mathcal{Z}_{,},$$

et ainsi de suite jusqu'à $l_6 + d_6 = \gamma_{,,} - \gamma_{,} + 2k\cos\mathcal{Z}_{,}$. En réunissant en moyenne toutes ces expressions se rapportant à la même soirée, on obtiendra finalement

$$\frac{\Sigma l}{6} + \frac{d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6}{6} = \frac{\Sigma l}{6} + \frac{\mathrm{D}}{6} = \gamma_{,,} - \gamma_{,} + 2k\cos\mathcal{Z}_{,},$$

et par suite

$$\frac{\Sigma l}{6} - \lambda_{,} + \frac{\mathrm{D}}{6} = 2k(\cos\mathcal{Z}_{,} - \cos\mathcal{Z}) = 2k,$$

$\cos\mathcal{Z}_{,} - \cos\mathcal{Z}$ étant, en vertu des dispositions prises, à peu près égal à 1. Il est facile maintenant de constater que $\left(\frac{\Sigma l}{6} - \lambda_{,}\right)$ ne peut être qu'une très faible quantité et de signe variable. En effet, l'artiste ayant placé les sept fils de manière à rendre leurs distances respectives égales à $40'',9$, $\frac{\mathrm{D}}{6}$ sera presque identique à cette valeur angulaire, et par conséquent

$$\sum \frac{l}{6} - \lambda_{,},$$

la seule quantité mesurée par la vis, n'atteindra qu'une très faible portion de seconde. L'influence de la vis se trouve donc dans cette étude complètement annulée, car, k étant légèrement variable, les faibles termes

$$\sum \frac{l}{6} - \lambda_{,},$$

affectés de signes différents, se détruisent dans la moyenne des valeurs obtenues dans les diverses soirées. La distance D, dans le cas considéré, étant égale à six fois $40'',89 = 16^s,36$, ne figure dans les équations de condition que pour une faible partie de sa valeur. Pour obtenir le degré de précision nécessaire, il suffira d'estimer les passages des étoiles à ces deux fils extrêmes pendant trente minutes par soirée et de répéter ce travail une cinquantaine de fois par année. Pour éviter l'influence d'une dilatation possible du chariot portant ce couple de fils, on réduira les mesures par petits groupes à l'aide de la valeur moyenne de D correspondant à des intervalles de temps pendant lesquels la température n'a pas subi de changements notables. En terminant cet exposé, nous devons encore faire remarquer qu'on pourra aussi agir d'une manière inverse, c'est-à-dire à la première période mesurer à l'aide des fils alternés et à la seconde époque avec le même fil. Connaissant toujours d'avance si l'aberration augmente ou diminue la différence $\gamma_{\prime\prime} - \gamma_{\prime}$, on trouvera par un raisonnement facile quel est celui des deux arcs $\gamma_{\prime}$ et $\gamma_{\prime\prime}$ devant être pointé successivement par la série des fils différents.

» Tout ce qui précède fournit la démonstration la plus évidente que, dans l'emploi de la méthode générale, aucune erreur systématique ne peut exister. On est donc ici véritablement en droit de se servir des lois des probabilités pour la recherche de l'exactitude du résultat obtenu. Nous allons nous livrer à cet examen.

» En appelant ε l'erreur d'une mesure basée sur dix pointés effectués sur chacune de deux belles étoiles voisines, l'erreur des quatre lectures $(l'' - l_{\prime\prime}) - (l' - l_{\prime})$ figurant dans les équations sera 2ε. Dans notre étude, le coefficient moyen de l'inconnue k étant au minimum 2, l'inexactitude résultant pour k aura alors au maximum la valeur primitive ε. Or nous avons déjà expliqué plusieurs fois que l'on pourra toujours, dans chaque soirée, consacrer au travail d'une heure à une heure et demie ; pendant ce laps de temps, il sera facile de réaliser cent pointés sur chaque astre. En opérant ainsi, l'erreur probable de la constante k, déduite uniquement de deux séries conjuguées, deviendra $\frac{\varepsilon}{\sqrt{10}}$. Mais si, en outre, on ne considère une détermination comme complète qu'à la condition de reposer sur la moyenne de dix déterminations, alors on aura l'erreur finale $= \frac{\varepsilon}{10}$. Ce résultat permet d'apprécier toute la haute précision dont est susceptible la nouvelle méthode.

» Nous allons encore traiter une question qui, au point de vue de l'exécution pratique, présente un intérêt sérieux; il faut se rendre compte des conditions à remplir dans l'installation du double miroir pour éviter toute cause d'inexactitude. Nous supposerons l'appareil établi de manière : 1° à pouvoir tourner autour de l'axe optique, ce qui est indispensable, et muni d'un cercle divisé; 2° que l'axe optique coïncide à peu près avec l'axe de figure, c'est-à-dire avec la ligne se trouvant comprise dans le plan de réflexion commun et passant par le milieu de l'angle du prisme. L'équatorial, dans cette recherche, ne constituant qu'une sorte d'oculaire, ou plutôt de microscope, la coïncidence de l'axe du compas avec l'axe optique ne présente qu'une importance secondaire. Si ces deux lignes ne se trouvent pas superposées, le seul inconvénient consistera dans une disposition non symétrique des images par rapport au centre du micromètre; mais, comme les comparaisons reposent toujours sur des lectures effectuées sur les mêmes repères, cette décentration ne peut exercer aucune influence appréciable. Après avoir examiné la situation relative du miroir par rapport à la lunette, il est nécessaire de faire l'analyse de la variation résultant des mouvements propres au double miroir.

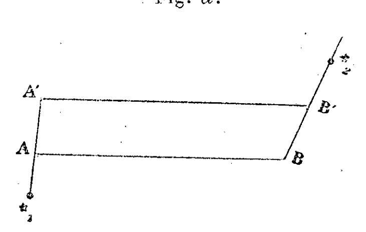
» Nous avons démontré dans le Mémoire ayant la réfraction pour objet que les effets produits par les trois rotations possibles du prisme sont les suivants : 1° en tournant autour de l'axe de figure, les deux images se déplacent dans des directions opposées, mais perpendiculairement sur la ligne d'intersection du plan de réflexion commun avec le plan du champ du réticule; 2° en donnant le second mouvement rotatoire autour d'un axe situé dans le même plan et perpendiculaire au premier, les deux images s'éloignent dans le même sens et perpendiculairement à cette trace; 3° en provoquant une rotation autour d'un troisième axe perpendiculaire au plan de réflexion, les deux images cheminent sur la trace en conservant leurs distances relatives. Ceci posé, nous allons aborder maintenant les questions les plus essentielles concernant l'orientation. En procédant aux études, il importe de connaître avant tout la direction de la trace dans le champ du plan de réflexion commun. Pour atteindre ce but, il faut effectuer la première rotation en amenant la coïncidence entre un fil du réticule et la ligne décrite par une des deux images et changer ensuite la situation du micromètre de 90°; la position du fil indiquera ensuite la direction cherchée. Mais il semble se présenter ici une difficulté; en effet, on ne connaît que d'une manière approchée l'orientation de l'axe de figure et l'on ignore par suite, si l'on tourne rigoureusement autour de cette ligne.

Pour faire disparaître cette incertitude, on dispose d'un procédé très simple; en exécutant le premier mouvement rotatoire, on n'aura qu'à examiner si les deux images décrivent des lignes parallèles; si ce parallélisme a lieu à 15′ d'arc près, alors aucune inexactitude appréciable ne peut résulter pour les mesures. Mais si, au contraire, cette condition n'est pas remplie, on saura que l'on ne tourne pas autour de l'axe de figure et l'on rectifiera l'installation. C'est par la considération des résultantes des divers mouvements rotatoires combinés qu'on arrive facilement à établir cette règle.

» Tout le principe de la méthode est basé sur ce théorème que la projection de la distance sur la trace reste invariable, quel que soit le mouvement rotatoire du prisme; dès lors, il semble au premier abord qu'au moment de la mesure la situation des images dans le champ pourrait être quelconque. Cette manière d'opérer serait en effet sans inconvénient, si l'on avait réussi à obtenir une orientation parfaite; mais si tel n'est pas le cas, on s'expose à commettre une inexactitude d'autant plus sensible que les images se trouvent plus éloignées de la trace. En résumé, les deux conditions essentielles à remplir pour éviter toute cause d'erreur appréciable sont les suivantes : 1° il faut installer l'appareil de telle sorte qu'en tournant autour de l'axe de figure les deux images se déplacent parallèlement à 10′ ou 15′ d'arc près, ce qui est suffisant; entre des limites si étendues l'installation n'offre plus aucune difficulté; 2° il faut effectuer les mesures très près de la trace du plan de réflexion; dans ce cas, un défaut d'orientation de 15′ à 20′ n'aura aucune conséquence.

» Il nous reste encore à donner le moyen de constater si les deux images se trouvent réellement sur la trace. Le procédé développé plus haut permet de trouver la direction de cette ligne, mais non par sa position absolue dans le champ. A l'aide de la *fig. a*, on se rendra facilement

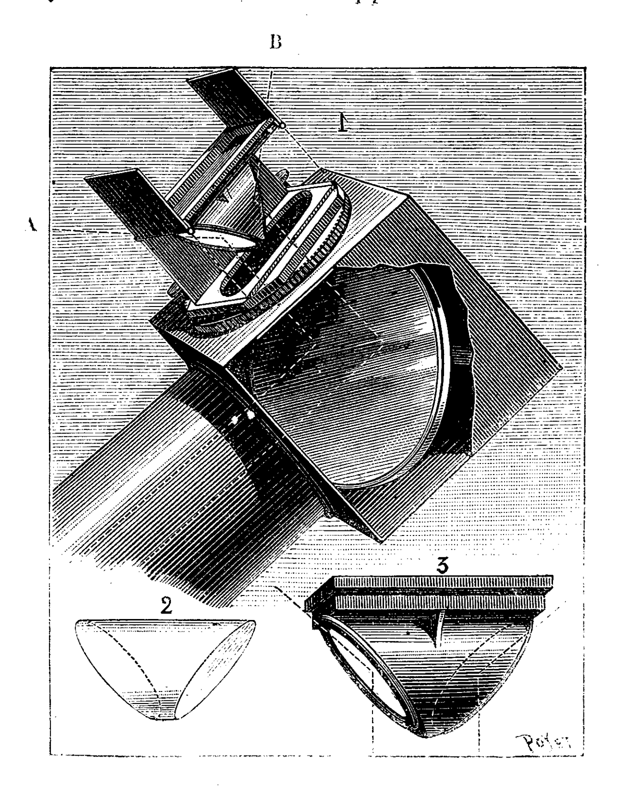
Fig. *a*.



compte comment, à chaque instant, on peut déterminer cette position. Soient AB la trace, A′B′ le fil du champ placé parallèlement à cette ligne

à l'aide du mode d'orientation déjà exposé, $\star_{\prime}$ et $\star_{\prime\prime}$ la position des images à un moment considéré. Comme les astres, par suite du mouvement diurne, en s'éloignant de la trace, marchent dans des directions quelconques, il ne sera possible de couvrir simultanément les deux images avec le fil A′B′ qu'à l'époque où elles se trouvent respectivement en A et B, et dans ce cas les deux directions A′B′ et AB coïncideront nécessairement. Le critérium cherché est donc celui-ci : lorsqu'un fil placé parallèlement à la trace bissectera à la fois les deux disques stellaires, sa direction, dans le champ, indiquera la position absolue du plan de réflexion commun des deux étoiles.

» Dans les équatoriaux existants il se présente une difficulté plus apparente que réelle pour l'installation de l'appareil. En établissant le double



miroir dans le voisinage immédiat de l'objectif, la coupole empêchera d'apercevoir les deux images, mais la stabilité du prisme sur la lunette n'étant que d'une importance absolument secondaire, on peut facilement obvier à cet inconvénient; il suffit d'adapter à l'instrument un tube cylindrique assez long pour permettre au prisme de dépasser l'ouverture des trappes.

Cette disposition ne peut causer aucun préjudice au travail, car, par les moyens si faciles que nous venons d'exposer, on peut vérifier à chaque instant si l'on mesure sur la trace du plan de réflexion commun. L'instrument intervient si peu dans cette recherche, qu'on pourrait, après avoir exécuté la première mesure, transporter le double miroir sur une autre lunette en y effectuant l'observation conjuguée; le résultat déduit possédera, malgré l'intervention des deux instruments, le même degré d'exactitude. Les dessins ci-dessus font connaître le mode de construction de l'appareil destiné à l'observatoire de Paris.

» La *fig*. 2 représente le double miroir taillé sur le même bloc de verre; la *fig*. 3 montre le prisme fixé dans sa monture. Nous devons faire remarquer que le plateau est perforé de manière à permettre à l'air ambiant de circuler librement autour du double miroir au moment des mesures. La *fig*. 1 fournit l'aspect de l'appareil établi sur la monture de l'équatorial coudé; A et B sont les couvercles que l'on baisse pour fermer les cubes lorsque l'observation est terminée. »

HYDRAULIQUE. — *Sur la théorie de l'écoulement par un déversoir en mince paroi, quand il n'y a pas de contraction latérale et que la nappe déversante est libre en dessous;* par M. **J. Boussinesq**.

« I. De tous les problèmes usuels de l'Hydraulique, le plus rebelle à la théorie, jusqu'à présent, a été celui de l'écoulement par les déversoirs, surtout par les déversoirs en mince paroi, malgré la possibilité d'y supposer établie la permanence du régime, d'y négliger les frottements comme dans les autres phénomènes de contraction rapide des veines et, par suite, d'y appliquer à chaque filet fluide l'équation de Daniel Bernoulli, qui y donne

$$(1) \qquad \frac{V^2}{2g} + \frac{p}{\rho g} + z = h,$$

ρ désignant la densité ou ρg le poids spécifique du liquide, z l'*altitude* de chaque point au-dessus du niveau du seuil, V la vitesse qu'on y observe, p l'excédent de la pression qui s'y exerce sur celle de l'atmosphère, enfin h l'altitude z, constante et donnée, de la surface libre à quelque distance en amont du déversoir, dans les régions d'où partent, avec une vitesse qu'on suppose négligeable, tous les filets fluides.

» Cependant Belanger, en considérant le cas particulièrement simple d'un seuil épais et évasé à son entrée, au-dessus duquel les filets fluides, tous rectilignes et horizontaux sur une petite longueur, donneraient lieu à une distribution hydrostatique des pressions, a reconnu, par comparaison avec l'expérience, que la hauteur η de la lame d'eau paraissait s'y régler de manière à rendre maximum le débit q (par unité de longueur du déversoir), tel qu'il se déduit alors de la formule (1); car, p s'y réduisant à $\rho g(\eta - z)$, la formule (1) y donne d'abord

$$V = \sqrt{2g(h-\eta)}, \qquad \text{puis} \qquad q = \int_0^\eta V\,dz = \eta\sqrt{2g(h-\eta)},$$

expression nulle aux deux limites $\eta = 0$, $\eta = h$, et maximum pour $\eta = \frac{2}{3}h$, cas où elle atteint la valeur $\frac{2}{3\sqrt{3}}h\sqrt{2gh} = (0,385)h\sqrt{2gh}$ à peu près conforme aux résultats de l'observation. Et l'on sent, en effet, que le régime d'un cours d'eau, dans un lit déterminé, ne doit devenir stable que lorsque la masse fluide y coule partout le plus bas possible, c'est-à-dire, en particulier, quand, à l'amont d'un déversoir, le niveau garde la hauteur strictement suffisante pour que les vitesses V, régies par la formule (1), fournissent le débit obligé du cours d'eau. L'altitude d'amont, h, est donc minimum, pour une valeur donnée de q; ce qui revient évidemment à prendre q maximum si c'est, au contraire, la hauteur h de charge que l'on donne.

» II. Le principe de débit maximum, dont Belanger a eu l'idée, étant ainsi regardé comme acquis, je me propose, dans cette Note, d'en faire l'application aux déversoirs en mince paroi et à nappe *libre* (c'est-à-dire en contact avec l'air atmosphérique inférieurement comme supérieurement), pour le cas, très usuel, où il n'y a pas de contraction latérale, le déversoir s'étendant, par exemple, à toute la largeur du réservoir ou lit d'amont, et les molécules fluides se mouvant de la même manière dans tous les plans verticaux perpendiculaires à l'arête du seuil. Alors il y a, un peu en aval de celui-ci, une section contractée, sensiblement verticale, où tous les filets fluides peuvent être supposés parallèles, mais non plus rectilignes comme au-dessus d'un seuil horizontal épais; car la pression p, nulle sur la face inférieure de la nappe de déversement, ne varie plus d'après la loi hydrostatique entre cette face et la face supérieure.

» L'hypothèse la plus simple qu'on puisse faire sur les formes respectives des filets, près de la section contractée, est, vu la courbure plus forte des filets inférieurs, qu'ils y admettent tous un centre commun de cour-

bure et, par suite, un rayon R exprimé par $R_0 + z - \varepsilon$, si R_0 y désigne le rayon de courbure du filet le plus bas et ε l'altitude z de ce filet au-dessus du seuil, c'est-à-dire le relèvement maximum total éprouvé, à partir du seuil, par la face inférieure du jet liquide, formée de particules qui ont glissé contre la surface d'amont du déversoir et qui, par conséquent, à l'instant où elles quittent le seuil, possèdent une vitesse ascendante, verticale même dans le cas d'un déversoir vertical. Ce relèvement ε est évidemment fonction de l'inclinaison du déversoir, et je supposerai son rapport à la hauteur h de charge fourni directement, comme donnée pouvant suppléer à la connaissance de l'inclinaison dont il s'agit.

» Cela admis, le long d'un chemin $\int dz$ normal aux filets fluides dans la section contractée, l'accélération des molécules aura, pour projection w' sur ce chemin, sa composante centrifuge $-\frac{V^2}{R}$ ou $-\frac{V^2}{R_0 + z - \varepsilon}$, et l'équation connue $\frac{1}{\rho}\frac{dp}{dz} = -g - w'$ y sera

$$(2) \qquad \frac{1}{\rho}\frac{dp}{dz} = -g + \frac{V^2}{R_0 + z - \varepsilon}.$$

Substituons-y la valeur de $\frac{1}{\rho}\frac{dp}{dz}$ que donne la différentiation de (1), et qui est $-g - V\frac{dV}{dz}$. Il viendra, en multipliant par $R_0 + z - \varepsilon$, divisant par V et transposant, $\frac{d}{dz}[V(R_0 + z - \varepsilon)] = 0$ ou, par une intégration immédiate dans le plan de la section contractée,

$$(3) \qquad V(R_0 + z - \varepsilon) = \text{const.},$$

relation qui, jointe à (1), tiendra évidemment lieu de la précédente (2). Donc, aux points où ils traversent la section contractée, les filets fluides possèdent (comme dans les tourbillons à axe vertical) des vitesses V inverses de la distance $R_0 + z - \varepsilon$ à leur centre de courbure. Or, pour $z = \varepsilon$, c'est-à-dire à la surface libre inférieure, la pression p s'annule, et l'équation (1) donne $V = \sqrt{2g(h - \varepsilon)}$, valeur qui, portée, avec celle, ε, de z, dans la formule (3), y détermine la constante. Il vient ainsi, au lieu de (3), en divisant par $R_0 + z - \varepsilon$,

$$(4) \qquad V = \sqrt{2g(h - \varepsilon)}\frac{R_0}{R_0 + z - \varepsilon}.$$

Et, comme d'ailleurs cette valeur de V doit, à la surface supérieure où

$p = 0$, se réduire, d'après (1), à $\sqrt{2g(h-z)}$, il en résulte une relation entre l'épaisseur $\eta = z - \varepsilon$ de la nappe déversante et le rayon R_0 de courbure du filet inférieur. Si l'on prend, en effet, $z = \varepsilon + \eta$ dans (4) et, par suite, $V = \sqrt{2g(h-\varepsilon-\eta)}$, on obtient la proportion

$$(5) \qquad \frac{\sqrt{h-\varepsilon-\eta}}{\sqrt{h-\varepsilon}} = \frac{R_0}{R_0+\eta}; \qquad \text{d'où} \qquad R_0 = \frac{\eta\sqrt{h-\varepsilon-\eta}}{\sqrt{h-\varepsilon}-\sqrt{h-\varepsilon-\eta}}.$$

» Appelons, pour abréger, $1-k^2$ le rapport de la hauteur η de la section contractée à la hauteur, $h-\varepsilon$, du niveau d'amont au-dessus du bord inférieur de cette section, ou posons

$$(6) \qquad k = \sqrt{1-\frac{\eta}{h-\varepsilon}}, \qquad \eta = (1-k^2)(h-\varepsilon)$$

et, par conséquent, vu (5),

$$(7) \qquad R_0 = \frac{k(1-k^2)}{1-k}(h-\varepsilon) = (k+k^2)(h-\varepsilon).$$

Le relèvement ε du bas de la nappe étant censé donné (avec la hauteur h de charge), l'expression (7) de R_0, celle (4) de V et, enfin, l'expression de p résultant de l'équation (1) ne dépendront plus que de l'épaisseur encore inconnue, η, de la nappe sur la section contractée, c'est-à-dire, en définitive, du nombre k; et cette valeur de p s'annulera bien aux deux limites $z = \varepsilon$, $z = \varepsilon + \eta$, d'après la manière même dont on a déduit de (1), à ces limites, les valeurs simples $\sqrt{2g(h-z)}$ de V, impliquées par les formules (4) et (5) ou (7).

» Il est bon d'observer aussi que la relation (2), où V décroît lorsque z grandit, fournit une dérivée $\frac{dp}{dz}$ elle-même décroissante quand z croît, et que, p s'annulant aux deux limites $z = \varepsilon$, $z = \varepsilon + \eta$, sa dérivée s'annule dans l'intervalle, de manière à être d'abord positive, puis négative, ou à rendre la pression p positive dans tout l'intérieur de la section contractée. Le maximum de p se produit de la sorte, d'après (2), pour

$$V^2 = g(R_0 + z - \varepsilon),$$

c'est-à-dire, vu (4), pour

$$z - \varepsilon = -R_0 + [2R_0^2(h-\varepsilon)]^{\frac{1}{3}};$$

et il vaut, en vertu de (1), $\rho g(h-\varepsilon+R_0) - \frac{3}{2}\rho g[2R_0^2(h-\varepsilon)]^{\frac{1}{3}}$. Si nous

introduisons, dans ces résultats, l'expression (7) de R_0, nous aurons, pour calculer cette valeur de $z-\varepsilon$ et la pression maxima p correspondante, les deux formules

$$(8)\qquad \begin{cases} z-\varepsilon = 2\left[\left(\frac{k+k^2}{2}\right)^{\frac{2}{3}} - \left(\frac{k+k^2}{2}\right)\right](h-\varepsilon), \\ p = \left[1 - 3\left(\frac{k+k^2}{2}\right)^{\frac{2}{3}} + 2\left(\frac{k+k^2}{2}\right)\right]\rho g(h-\varepsilon). \end{cases}$$

» III. Il ne reste plus qu'à déterminer l'inconnue k de manière à rendre maximum le débit $q = \int_{\varepsilon}^{\varepsilon+\eta} V\,dz$.

» A cet effet, la valeur (4) de V, multipliée par dz et intégrée de $z=\varepsilon$ à $z=\varepsilon+\eta$, donne, en substituant finalement à η et à R_0 leurs valeurs (6) et (7),

$$(9)\qquad q = \sqrt{2g(h-\varepsilon)}\,R_0 \log\frac{R_0+\eta}{R_0} = \sqrt{2g}(h-\varepsilon)^{\frac{3}{2}}(k+k^2)\log\frac{1}{k}.$$

» Le débit q par unité de longueur du déversoir se trouve donc, quand on fait varier k, proportionnel à la fonction $(k+k^2)\log\frac{1}{k}$, essentiellement positive entre les deux limites $k=0$, $k=1$, mais nulle à ces deux limites et, par conséquent, maximum pour une certaine valeur intermédiaire de k. La dérivée de cette fonction est, après suppression du facteur positif $1+2k$,

$$(10)\qquad \log\frac{1}{k} - \frac{1+k}{1+2k},$$

quantité ayant, pour k positif, sa propre dérivée, $-\frac{1+3k+4k^2}{k(1+2k)^2}$, essentiellement négative; en sorte qu'elle ne s'annule qu'une fois ou donne bien à la fonction un maximum unique, parfaitement déterminé. Or la valeur de k pour laquelle on a ainsi $\log\frac{1}{k} = \frac{1+k}{1+2k}$ est 0,46854, ...; et il en résulte pour η, R_0, q, d'après (6), (7) et (9), les valeurs

$$(11)\qquad \begin{cases} \eta = (0,7805)(h-\varepsilon), \\ R_0 = (0,6881)(h-\varepsilon), \\ q = (0,5216)\sqrt{2g}(h-\varepsilon)^{\frac{3}{2}}. \end{cases}$$

» Quant à la pression maximum dans la section contractée et à la hauteur $z - \varepsilon$ où cette pression se produit, elles sont, d'après les formules (8),

$$(12) \qquad p = (0,2151)\rho g(h - \varepsilon), \qquad z - \varepsilon = (0,2939)(h - \varepsilon).$$

» IV. Celle des formules précédentes qui importe le plus dans la pratique est l'expression (11) du débit q, à laquelle on peut donner la forme $q = mh\sqrt{2gh}$, employée depuis du Buat par les hydrauliciens, en attribuant au *coefficient de dépense* m la valeur

$$(13) \qquad m = (0,5216)\left(1 - \frac{\varepsilon}{h}\right)^{\frac{3}{2}}.$$

» Mais il reste à demander à l'observation, pour chaque inclinaison, sur la verticale, de la face d'amont du déversoir, le rapport, à la hauteur de charge h, du relèvement total ε que la surface inférieure de la nappe liquide éprouve en quittant le seuil du déversoir. Pour obtenir cette donnée, j'ai communiqué les résultats théoriques précédents, en juin 1886, à M. Bazin, qui commençait alors, sur le canal de Bourgogne, d'importantes séries d'expériences relatives aux déversoirs; et le savant hydraulicien de Dijon, occupé justement à une étude à la fois précise, approfondie et très en grand, de déversoirs verticaux en mince paroi, sans contraction latérale, qui doivent lui servir d'étalon pour jauger les autres genres de déversoirs, a bien voulu pratiquer, à côté de son barrage, une chambre avec paroi en verre permettant de voir le dessous de la nappe. Or, en traçant, sur cette paroi latérale transparente, des traits les uns horizontaux, les autres verticaux, il a pu non seulement constater le fait du relèvement de la face inférieure de la nappe, qui avait, paraît-il, échappé jusqu'ici aux hydrauliciens, mais encore en mesurer très approximativement la valeur ε. Il a ainsi trouvé que le rapport $\frac{\varepsilon}{h}$ était à fort peu près 0,13, dans le cas d'un déversoir ayant sa face d'amont verticale. La valeur théorique (13) de m sera donc alors $(0,5216)(0,87)^{\frac{3}{2}}$, ou 0,423; et c'est bien, en effet, à quelques millièmes près, le coefficient de débit que de nombreuses observations, dans les conditions les plus diverses, ont donné pour ces déversoirs. »

MÉCANIQUE. — *Sur les mouvements d'oscillation simultanés de deux pendules suspendus bout à bout.* Note de M. DE JONQUIÈRES.

« Les équations différentielles du problème ont été établies par M. Resal dans une *Note* insérée au *Journal de l'École Polytechnique*. Malheureusement, elles ne sont pas intégrables, et la suppression de certains termes, faite dans le but d'en faciliter l'intégration, efface des formules une partie des affections de ce phénomène si compliqué. Il m'a semblé intéressant d'étudier directement et d'analyser les mouvements de deux pendules, en faisant varier dans des limites étendues leurs éléments respectifs (masse et longueur), dans l'espoir que ces expériences jetteraient un jour nouveau sur les lois dont il s'agit et même en fourniraient une expression algébrique, très approchée de la vérité. La question a, d'ailleurs, une portée plus étendue que ne semble l'indiquer l'énoncé sous lequel je la présente et, sans doute, les conclusions s'étendent à deux mouvements pendulaires quelconques, subordonnés.

» Cette étude m'a fait reconnaître qu'il se présente toujours, dans un tel mouvement, trois circonstances caractéristiques, on pourrait dire trois *composantes*, qui, tout en se superposant dans le cas le plus général, y demeurent distinctes et en donnent la clef.

» Je désignerai, dans ce qui va suivre, par

$m, m', \ldots$ les masses des deux pendules;
$l, l', \ldots$ leurs longueurs;
$n, n', \ldots$ leurs nombres d'oscillations par minute, respectivement,

et je poserai $\mu = \frac{m'}{m}$, $\lambda = \frac{l'}{l}$, m et l se rapportant au pendule inférieur.

» Enfin, pour plus de simplicité dans l'exposition, je supposerai d'abord que les pendules oscillent dans un seul et même plan vertical, sans en sortir. Cela posé :

» I. Si on les écarte ensemble d'un même côté de la verticale, par exemple par une traction exercée sur le pendule inférieur, on constate les faits suivants :

» 1° L'ensemble du système prend un mouvement pendulaire régulier, dont la période est, à très peu près, celle du *centre d'oscillation* du système. Par conséquent, si l'on appelle N le nombre de ses oscillations en une mi-

nute de temps, on a, conformément à la théorie,

$$\text{(A)} \qquad N = n\sqrt{\frac{(\mu+1)(\mu\lambda+\lambda+1)}{\mu+(\mu\lambda+\lambda+1)^2}},$$

et cette formule est conforme à l'observation, dans la mesure de précision que comportaient mes expériences.

» 2° Au bout de chaque oscillation, dans chaque sens, le pendule inférieur, après avoir repassé dans la verticale en même temps que l'autre, diverge plus ou moins de l'alignement donné par la tige de celui-ci.

» La grandeur moyenne de cette divergence varie dans le même sens que la valeur numérique du rapport $\frac{\mu}{\lambda}$. Donc, pour une même valeur de λ, l'écart est d'autant moindre que la masse inférieure est plus prépondérante, et inversement; et, pour une même valeur de μ, l'écart est d'autant plus grand que la longueur du pendule inférieur l'est elle-même. Ainsi, quand cette longueur est très grande, le pendule inférieur s'éloigne à peine de la verticale, s'il y était à l'origine du mouvement; si, au contraire, elle est très petite, la tige du pendule inférieur se tient constamment, à très peu près, dans le prolongement de celle du pendule supérieur, si elle y était au départ [1], et semble y être soudée, comme on le savait déjà et qu'on l'a même démontré.

» Enfin, pour une même valeur quelconque de $\frac{\mu}{\lambda}$, l'arc de divergence n'a pas une grandeur constante; il éprouve une variation périodique dont il sera question plus loin (III).

» II. En second lieu, supposons qu'au départ les deux pendules soient inversement écartés de leur position d'équilibre, par exemple, l'un à droite, l'autre à gauche de la verticale. On observe que :

» 1° Le mouvement défini dans le premier cas (I) persiste dans les conditions de la formule (A), sauf dans une circonstance exceptionnelle dont il sera question ci-après (2°). Mais, en même temps, il s'y superpose un second mouvement (B), non moins régulier et plus apparent, que, pour abréger, j'appellerai *mouvement à-contre*, en vertu duquel chacun des

---

(1) La tige du pendule supérieur marque, dans ce cas, la direction de la verticale *apparente* autour de laquelle l'autre, très court, oscille. Si, en même temps, sa masse est la plus faible et que le mouvement s'effectue dans l'air, son mouvement propre est promptement anéanti, et il se maintient alors dans le prolongement de la tige supérieure, en suivant le mouvement oscillatoire de celle-ci.

pendules fait sa demi-oscillation dans un sens, pendant que son compagnon fait la sienne dans le sens opposé; chaque fois, il y a donc un instant, très fugitif, où ils passent, en se croisant, dans le prolongement l'un de l'autre.

» 2° Au départ, les angles d'écart ($+\alpha$, $-\alpha'$) des deux pendules peuvent avoir entre eux un rapport tel que le mouvement (A) disparaisse, pour faire place, conjointement avec le mouvement à-contre (B), à un simple mouvement rectiligne alternatif du centre d'oscillation, qu'on voit alors s'abaisser et s'élever le long de la verticale, suivant un rythme régulier. Cette circonstance est d'ailleurs assez difficile à réaliser pratiquement.

» 3° Le mouvement à-contre (B) est toujours, et même notablement, plus rapide que le mouvement (A). Soit N' le nombre des oscillations par minute qui se rapporte à ce mouvement; on a

$$N' = n\left(1 + \frac{D}{\lambda^\alpha \mu^\beta}\right),$$

ou plus simplement à cause que β est une constante,

$$N' = n\left(1 + \frac{C}{\lambda^\alpha}\right), \tag{B}$$

C et l'exposant α étant des quantités positives, qui varient avec μ (α varie même un peu avec λ) selon les lois suivantes :

» $C = \frac{0,82}{\mu^{0,64}}$, du moins à partir de $\mu = 0,5$ et au-dessus, tandis que α varie à peu près comme l'ordonnée d'une sorte de *logarithmique*, dont μ serait l'abscisse. On en trouvera les valeurs, correspondantes à plusieurs valeurs de μ, dans la Table ci-après.

» En résumé, pour chaque valeur de μ, la quantité *additive* $\frac{C}{\lambda^\alpha}$ représente, à très peu près, l'ordonnée d'une hyperbole, de degré $\alpha + 1$, rapportée à ses asymptotes, dont λ serait l'abscisse.

» Pour fixer les idées, soit, par exemple, $\mu = 1$ et $n = 60$. En ce cas, la valeur de α est 0,45. Les formules (A) et (B) donnent :

Pour $\lambda = 1$..................	$N = 46,5$ et $N' = 109$
Pour $\lambda = 2$..................	$N = 37,2$ et $N' = 96$

résultats confirmés par l'expérience directe, etc.

» III. Dans tous les cas de (A) ou de (B), les amplitudes d'oscillation

des deux pendules sont alternativement croissantes et décroissantes, suivant une loi périodique très régulière. Pour plus de clarté, supposons qu'au départ le pendule inférieur soit maintenu dans la verticale du point de suspension et que l'autre en soit seul écarté. Dès que la liberté est rendue au système, le pendule inférieur prend des oscillations dont les amplitudes vont en croissant jusqu'à un maximum, tandis que, par l'échange qui se fait entre les forces vives, celles du pendule supérieur vont en décroissant jusqu'à un minimum correspondant. Cette première phase (qui marque aussi celle des exhaussements successifs du centre de gravité du système) est suivie d'une deuxième phase où les mêmes circonstances se présentent dans un ordre inverse. Au bout de la période complète, tout se retrouve dans l'état initial. A cette première période en succède une seconde, identique (à l'effet près des résistances passives), et ainsi de suite indéfiniment. Ces effets, fort curieux, sont surtout très apparents si $\mu \overline{\gtrless} 10$. Par exemple, si $\mu = 200$, avec $\lambda = 1$, la période se compose de 28 oscillations environ du rythme (B). En général, pour cette même valeur 1 de λ, le nombre N″ s'exprime assez exactement par la formule $N'' = 2\sqrt{\mu}$. Le phénomène est moins apparent si μ est compris entre 10 et 1. Enfin, si $\mu < 1$, la période, devenant inférieure à la durée d'une seule oscillation complète de *m*, cesse d'être visible.

» IV. Dans le cas du mouvement le plus général, où les pendules n'oscillent pas dans un même plan, les mêmes phénomènes (I), (II) et (III) subsistent et se superposent d'une façon analogue à ce qui a lieu dans le cas du 1° du § II. Les mouvements coniques, que les pendules prennent alors, compliquent un peu les *apparences;* mais, pas plus que dans le cas d'un seul pendule, ils n'en troublent l'économie et n'en dénaturent le caractère; les trois mouvements *composants* que je viens de décrire, en donnant la mesure de leurs affections, y sont toujours plus ou moins nettement accusés.

Table donnant, en fonction de μ, *les valeurs des quantités* C *et* α *qui entrent dans la formule* (B) *ci-dessus.*

μ.	C.	α.	μ.	C.	α.
0,2....	2,30	$0,12 + 0,1\ (\lambda - 1)$	2,5....	0,46	$0,73 - 0,12\ (\lambda - 1)$
0,5....	1,32	$0,28 + 0,07\ (\lambda - 1)$	5......	0,30	$1,13 - 0,15\ (\lambda - 1)$
1......	0,82	0,45	10......	0,20	$1,50 - 0,20\ (\lambda - 1)$
2......	0,50	$0,64 - 0,07\ (\lambda - 1)$	50......	0,075	$3,34 - 0,65\ (\lambda - 1)$

» *Nota.* — Il est clair que, pour chaque valeur de $\mu > 1$, le terme en $\lambda - 1$, diminutif de α, ne peut et ne doit jamais excéder α. Ses valeurs, inscrites dans la Table, ont été

calculées par la comparaison des valeurs de $\frac{C}{\lambda\alpha}$ relatives à $\lambda = 0,7$ et $\lambda = 3$. Au reste, dès que $\lambda > 3$, la branche asymptotique de chacune des hyperboles se rapproche si lentement de l'axe des λ, qu'on y peut substituer une ligne droite, presque parallèle, sans erreur sensible, ou plutôt conserver alors à α, quel que soit $\lambda > 3$, la valeur qu'il a pour $\lambda = 3$. »

CHIMIE. — *Note sur l'altération qu'éprouve le charbon de cornue lorsqu'il sert d'électrode positive dans la décomposition des acides;* par MM. **H. Debray** et **Péchard**.

« Lorsqu'on se sert d'électrodes en charbon de cornue ([1]) pour décomposer par un courant les solutions acides, on remarque que l'électrode positive se désagrège avec plus ou moins de rapidité, en donnant une poudre noire très divisée. Ce fait est bien connu des physiciens et des chimistes, mais on n'en a pas donné jusqu'ici l'explication. MM. Bartoli et Papasogli ([2]) et d'autres savants, qui ont rappelé dans ces dernières années l'attention sur ce fait, se sont surtout préoccupés des modifications éprouvées par les liquides conducteurs qui baignent les électrodes. Nous avons pensé que la désagrégation du charbon n'était pas due à un phénomène mécanique, mais qu'elle résultait d'une altération plus ou moins profonde de la matière, et que le produit pulvérulent donné par le charbon devait se rapprocher, par sa composition, des résidus d'alliages que l'un de nous a fait connaître récemment ([3]).

» Nous avons trouvé, en effet, que le charbon pulvérulent contient de l'oxygène, de l'eau et même de l'azote dans le cas où l'on électrolyse de l'acide nitrique.

» Ces diverses matières se sont donc unies au charbon sous l'influence du courant électrique, ce qui confirme le rôle de l'électricité dans la formation des résidus métalliques.

» Dans les liquides que nous avons employés, la désagrégation du charbon ne se produit nettement qu'avec le courant donné par quatre élé-

---

([1]) Le charbon de cornue avait été purifié par l'action d'un courant de chlore à haute température.

([2]) Bartoli et Papasogli, *Nuovo Cimento*, (3), X, 273, 1882, et *Beiblätter*, VI, 392.

([3]) *Comptes rendus*, nos 23 et 24; 1887.

ments Bunsen. Le volume du gaz dégagé à l'électrode positive est bien loin d'être la moitié du volume d'hydrogène dégagé à l'électrode négative, comme on l'avait déjà remarqué ([1]). Dans une de nos expériences, le premier volume a été le vingtième du second.

» Avec l'acide chlorhydrique, le gaz dégagé à l'électrode positive était un mélange de chlore, d'acide carbonique et d'oxygène. Avec l'acide sulfurique, il se dégage seulement de l'oxygène et de l'acide carbonique. Enfin, avec l'acide nitrique, il se produit un abondant dégagement de vapeurs nitreuses contenant de l'acide carbonique. Dans cette dernière expérience, si l'acide est concentré, le charbon se désagrège à vue d'œil. Une baguette de 4^{cq} de section est rongée en quelques heures, et l'usure a lieu sur la face tournée vers l'électrode négative.

» Quel que soit l'acide électrolysé, la poudre noire, bien lavée et séchée dans le vide, déflagre quand on la chauffe dans un tube de verre au-dessous du rouge. Il se dégage dans cette circonstance de l'acide carbonique, de l'oxyde de carbone et, en outre, de l'azote, si le liquide décomposé est de l'acide azotique.

» Le charbon qui a déflagré dégage encore, sans changer d'aspect, de l'oxyde de carbone et de l'acide carbonique, lorsqu'on le chauffe au rouge vif.

» Aussi l'analyse totale des produits dégagés par le charbon a-t-elle été faite en deux fois :

» 1° On fait déflagrer la matière dans un tube de verre où l'on a fait le vide au moyen de la trompe de Sprengel; on recueille les gaz et l'on en calcule le poids. L'eau est absorbée par un tube à chlorure de calcium fixé à la trompe et interposé entre celle-ci et le tube à réaction; son poids est déterminé par différence entre le poids primitif de la substance et le poids des gaz recueillis.

» 2° La matière déflagrée est ensuite chauffée au rouge vif dans un tube de porcelaine relié à la trompe, et l'on recueille les gaz.

» Voici les résultats de quelques analyses effectuées sur 1^{gr} de matière :

---

(1) *Wiedemann*, t. II, p. 564.

A. — 1° *Gaz dégagés, lors de la déflagration dans le verre des matières résultant de l'électrolyse de l'acide chlorhydrique.*

	Acide au $\frac{1}{10}$.			Acide au $\frac{1}{4}$.			Acide concentré.	
Volume.		Poids.	Volume.		Poids.	Volume.		Poids.
cc 17,8	CO^2...	gr 0,033	cc 23,4	CO^2...	gr 0,045	cc 27	CO^2...	gr 0,05
8,7	CO....	0,01	14,4	CO....	0,017	18	CO....	0,022
26,5		0,043	37,8		0,062	45		0,072
Poids d'oxygène uni au charbon.		0,030			0,040			0,048
Poids d'eau unie au charbon....		0,064			0,035			0,036

2° *Gaz dégagés, lors de la déflagration dans le verre, d'une matière formée dans l'électrolyse de l'acide sulfurique étendu de son volume d'eau.*

Volume.		Poids.
cc 33,7	CO^2...............	gr 0,051
11,3	CO................	0,01
45,0		0,061
Poids d'oxygène uni au charbon..		0,044
Poids d'eau unie au charbon.....		0,084

3° *Gaz dégagés, lors de la déflagration dans le verre, d'une matière formée par l'électrolyse de l'acide nitrique.*

	Acide ordinaire.			Acide fumant.	
Volume.		Poids.	Volume.		Poids.
cc 14,4	Az.......	gr 0,013	cc 3,6	Az.......	gr 0,003
21,0	CO^2......	0,03	3,6	CO^2......	0,007
12,0	CO.......	0,012	4,8	CO.......	0,003
47,4		0,055	12,0		0,013
Poids d'oxygène uni...		0,029			0,008
Poids d'eau...........		0,048			0,040

B. — *Gaz dégagés par la matière déflagrée, chauffée au rouge.*

1° *Acide chlorhydrique.*

	Acide au $\frac{1}{10}$.			Acide au $\frac{1}{4}$.	
Volume.		Poids.	Volume.		Poids.
cc 24	CO^2........	gr 0,036	cc 43	CO^2.......	gr 0,066
49	CO.........	0,047	32	CO........	0,041
73		0,083	75		0,107
Poids d'oxygène uni...		0,053			0,061

2° *Acide sulfurique étendu de son volume d'eau.*

Volume.		Poids.
cc 35	CO^2................	gr 0,053
63	CO..................	0,060
98		0,113
Poids d'oxygène uni............		0,072

3° *Acide nitrique.*

Acide ordinaire.			Acide fumant.		
Volume.		Poids.	Volume.		Poids.
cc 23	CO^2........	gr 0,041	cc 22,6	CO^2......	gr 0,034
14	CO.........	0,015	17,0	CO.......	0,016
4	Az.........	0,004	11,4	Az.......	0,011
41		0,06	51,0		0,061
Poids d'oxygène uni...		0,036			0,033

» On voit, d'après ces résultats, que la quantité totale d'oxygène fixé par le charbon qui sert d'électrode dans la décomposition des acides peut atteindre 9 et 10 pour 100, et que la quantité d'eau fixée par ce charbon peut atteindre 8 pour 100, de sorte que la somme des matières fixées par le charbon peut aller jusqu'à 18 pour 100 (cas de l'acide sulfurique).

» L'acide chlorhydrique soumis à l'électrolyse, séparé du charbon et évaporé dans le vide, ne donne qu'un résidu inappréciable de sels minéraux dû à la purification incomplète du charbon ou à l'attaque des vases. Il ne s'est formé dans ce cas aucune matière organique soluble. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques phosphates doubles de thorium et de sodium ou de zirconium et de sodium.* Note de MM. **L. Troost** et **L. Ouvrard.**

« Après avoir examiné l'action du métaphosphate, du pyrophosphate et de l'orthophosphate de potasse sur la thorine, la zircone et leurs sels (1), nous avons fait agir dans des conditions analogues le métaphosphate, le pyrophosphate et l'orthophosphate de soude.

» Action du métaphosphate de soude. — 1° *Sur la thorine.* — Le méta-

(1) *Comptes rendus*, t. CII, p. 1422.

phosphate de soude en fusion dissout facilement au rouge la thorine ou le phosphate de thorine amorphe, ou le chlorure de thorium anhydre. Si l'on s'arrête avant d'avoir saturé le métaphosphate, la masse refroidie se dissout complètement dans l'eau. Mais, si l'on a ajouté la thorine ou le phosphate jusqu'à ce qu'il ne s'en dissolve plus, on obtient, après refroidissement très lent et lavage, des prismes allongés agissant énergiquement sur la lumière polarisée. Ces cristaux appartiennent au système triclinique. L'angle d'extinction est de 44° environ. L'angle des axes par rapport à l'allongement est 45°. La face d'aplatissement est parallèle au plan des axes optiques. Ces cristaux sont insolubles dans l'acide azotique, dans l'acide chlorhydrique et dans l'eau régale.

» Leur densité, déterminée à la température de 16°, est 5,62.

» L'analyse a donné les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé.
Acide phosphorique	27,12	27,22
Thorine	68,84	68,75
Soude (par différence)	4,04	4,03

» Cette composition correspond à un phosphate double de thorium et de sodium [1] : $NaO, 8ThO, 3PhO^5$ ($Th = 58,1$) ou $NaO, 4Th'O^2, 3PhO^5$, ayant même formule que le composé correspondant donné par le métaphosphate de potasse.

» 2° *Sur la zircone*. — Le métaphosphate de soude en fusion dissout la zircone et le phosphate de zircone amorphe ou le chlorure de zirconium anhydre, mais moins rapidement et en moins grande quantité que la thorine ou le phosphate de thorine. La masse refroidie, et traitée par l'eau, laisse comme résidu une poudre cristalline très faiblement biréfringente. Ce sont des cristaux à un axe, petits rhomboèdres à extinction suivant les diagonales. Ils sont insolubles dans les acides et dans l'eau régale. Leur densité, déterminée à 12°, est égale à 3,10.

» L'analyse a fourni les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé.
Acide phosphorique	43,55	43,66
Zircone	50,20	50,02
Soude (par différence)	6,25	6,32

---

[1] Ce sel a déjà été obtenu par M. Wallroth dans l'action du sel de phosphore sur la thorine.

» Cette composition correspond à un phosphate double de zirconium et de sodium ayant la formule $NaO, 4ZrO^2, 3PhO^5$ semblable à celle donnée par le métaphosphate de potasse [1].

» Action du pyrophosphate de soude. — 1° *Sur la thorine.* — Nous avons fait dissoudre jusqu'à refus, dans du pyrophosphate de soude en fusion, de la thorine ou du phosphate de thorine amorphe, ou du chlorure de thorium anhydre. La matière, maintenue quelque temps en fusion, a été soumise à un refroidissement très lent. En épuisant ensuite par l'eau, on dissout du pyrophosphate de soude, du phosphate double de thorium et de sodium soluble dans l'eau, et il reste une poudre cristalline insoluble qui, examinée au microscope, se présente sous forme de feuilles de fougère ou de rosaces hexagonales très minces et très fragiles.

» Nous avons obtenu des cristaux plus épais et plus nets en ajoutant à la matière en fusion une petite quantité de chlorure de sodium, qui donne de la fluidité à la masse et lui permet, par suite, de rester plus longtemps liquide pendant le refroidissement. La poudre insoluble est alors composée de rosaces hexagonales assez épaisses et de fragments de prismes hexagonaux ayant une action énergique sur la lumière polarisée. Ces cristaux sont solubles dans l'acide azotique. Leur densité, déterminée à la température de 7°, est 3,843.

» L'analyse a montré qu'ils sont formés par un phosphate double de thorium et de sodium; elle a fourni les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé.
Acide phosphorique........	34,17	33,65
Thorine....................	41,58	41,71
Soude (par différence)......	24,25	24,64

» Cette composition correspond à un phosphate double de thorium et de sodium ayant pour formule

$$5NaO, 4ThO, 3PhO^5 \ (Th = 58,1) \quad \text{ou} \quad 5NaO, 2Th'O^2, 3PhO^5.$$

» Si au mélange de pyrophosphate de soude et de sel de thorium en fusion on ajoute un excès de chlorure de sodium, on voit se précipiter au fond du creuset de platine une poudre cristalline, insoluble dans le mélange. Après refroidissement et lavage, on reconnaît que ce précipité est formé

(1) Ce produit avait déjà été obtenu par Gmelin dans l'action du sel de phosphore sur la zircone.

de cristaux cubiques de thorine, semblables à ceux que nous avions obtenus avec l'orthophosphate de potasse.

» Enfin le chlorure de thorium anhydre, bien exempt d'oxyde, dissous dans le pyrophosphate de soude en fusion, donne des cristaux biréfringents à deux axes très écartés; angle d'extinction 10°. La face d'aplatissement est perpendiculaire à un axe d'élasticité. Ces cristaux sont très probablement tricliniques.

» L'analyse a donné :

	Trouvé.	Calculé.
Acide phosphorique........	30,18	30,06
Thorine....................	56,70	56,78
Soude (par différence)......	13,12	13,16

» Cette composition correspond à la formule

$$NaO, 2ThO, PhO^5 \quad \text{ou} \quad NaO, Th'O^2, PhO^5.$$

» Cette formule est semblable à celle du composé correspondant obtenu avec le pyrophosphate de potasse.

» 2° *Sur la zircone.* — En dissolvant dans le pyrophosphate de soude en fusion de la zircone ou du phosphate de zircone amorphe, on obtient une matière pâteuse qui se solidifie rapidement par abaissement de température et donne, après lavage, une poudre cristalline dont les cristaux sont très petits et difficiles à déterminer.

» On arrive à de meilleurs résultats en dissolvant dans le pyrophosphate de soude en fusion du chlorure de zirconium anhydre, et ajoutant au mélange fondu un peu de chlorure de sodium, qui lui donne de la fluidité et permet une solidification plus lente pendant le refroidissement. On obtient alors des lamelles hexagonales ayant une très faible action sur la lumière polarisée. Ce sont des cristaux à deux axes très rapprochés.

» Ces cristaux sont solubles dans les acides. Leur densité, déterminée à 14°, est 2,88.

» L'analyse a donné les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé.
Acide phosphorique....	43,27	43,51
Zircone..............	27,54	27,99
Soude (par différence)..	29,19	28,50

» Cette composition correspond à un phosphate double de zirconium et de sodium ayant pour formule $6NaO, 3ZrO^2, 4PhO^5$.

» En ajoutant au mélange une plus grande quantité de chlorure de sodium, on obtient non plus des lamelles hexagonales, mais des prismes agissant énergiquement sur la lumière polarisée, à extinction longitudinale. Ce sont des cristaux à deux axes très écartés et bissectrice négative. Ils sont solubles dans les acides. Leur densité déterminée à 14° est 2,43.

» L'analyse a donné les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé.
Acide phosphorique....	43,55	43,46
Zircone..............	18,72	18,64
Soude (par différence)..	37,73	37,90

» Cette composition correspond à un phosphate double de zirconium et de sodium ayant pour formule $4NaO, ZrO^2, 2PhO^5$.

» *Action de l'orthophosphate de soude.* — L'orthophosphate de soude, difficilement fusible, ne nous a donné de composés nettement cristallisés ni avec la thorine, ni avec la zircone, lorsque nous l'avons fait agir seul. Lorsque nous en avons augmenté la fusibilité par l'addition de chlorure de sodium, il nous a fourni des résultats analogues à ceux que donne le pyrophosphate.

» En résumé, le métaphosphate de soude donne avec la thorine et la zircone des phosphates doubles qui ont des compositions analogues, rappelant celles que nous avait données l'action du métaphosphate de potasse dans les mêmes conditions.

» Les métaphosphates doubles de thorium et de sodium ainsi obtenus ne sont pas isomorphes des phosphates doubles de zirconium et de sodium.

» Le pyrophosphate de soude donne avec la thorine des phosphates doubles qui n'ont ni la même forme cristalline ni la même composition que ceux que l'on obtient avec la zircone.

» On ne peut donc tirer de l'étude des phosphates doubles, que ces bases forment avec la soude et l'acide phosphorique, aucun argument qui autorise à rapprocher, comme on a cru pouvoir le faire, la zircone de la thorine, pour justifier la formule d'un bioxyde donnée à cette dernière.

» Dans une prochaine Communication, nous ferons connaître des réactions qui éloignent l'un de l'autre ces deux composés, et permettent de rapprocher la thorine des protoxydes. »

GÉOLOGIE. — *Note de M.* **Daubrée** *accompagnant la présentation de deux Ouvrages qu'il vient de publier sur « les Eaux souterraines à l'époque actuelle et aux époques anciennes »*.

« I. Sous le titre *Les eaux souterraines à l'époque actuelle*, j'ai essayé de tracer, en deux volumes in-8, accompagnés de nombreuses planches et gravures sur bois, le tableau des actions multiples que l'eau exerce dans ses parcours à travers les roches, c'est-à-dire son travail dans l'économie de l'écorce terrestre.

» Cette circulation souterraine, bien qu'obéissant à des principes très simples, présente une grande diversité, suivant la nature et le mode d'agencement des masses à travers lesquelles elle s'opère. Aussi, pour en donner une idée précise, convenait-il d'en signaler divers exemples empruntés à des structures variées. Cela expliquera comment j'ai été entraîné à des considérations et à des développements beaucoup plus étendus que je ne l'avais présumé. D'ailleurs, il n'était pas sans intérêt de prendre des types dans des contrées distantes les unes des autres, sauf à y reconnaître des particularités identiques.

» La réunion et la coordination des faits qui y sont exposés ont exigé d'assez longues recherches; car, jusqu'à présent, l'histoire des eaux souterraines avait été rarement traitée dans son ensemble, autrement que d'une manière sommaire. Ces notions n'étaient que peu développées dans les traités de Géologie, bien qu'elles constituent une branche importante de cette Science, non seulement pour les applications, mais aussi au point de vue de la théorie, par exemple pour les éruptions des volcans.

» Trois Parties successives de cet Ouvrage sont consacrées à l'étude de leur régime, de leur température et de leur composition.

» 1° Des roches perméables et des roches imperméables se trouvent très souvent en contact, par suite de leur dépôt originel. Quelquefois aussi, leur juxtaposition est due à des accidents particuliers, tels que les rejets consécutifs des failles, les éruptions de roches ou les incrustations des filons métallifères. Les cavités souterraines, comme les cavernes, les cassures de divers ordres qui traversent le sol, notamment les diaclases et les paraclases, jouent souvent un rôle très important.

» Aux mouvements des eaux déterminés par la seule pesanteur doivent être ajoutés ceux que provoquent la force élastique des gaz, acide carbo-

nique et hydrogène carboné, et celle de la vapeur, comme il arrive dans les geysers, les *soffioni* et les volcans.

» 2° La température des eaux souterraines établit parmi elles la séparation entre les sources ordinaires et les sources thermales. Ces dernières constituent une série continue, depuis la température ordinaire jusqu'à celle de l'eau bouillante et au delà. En ce qui concerne les sources thermales, leur excédent caractéristique dérive évidemment de la chaleur propre du globe, de telle sorte que toutes les eaux profondes sont nécessairement chaudes. Leur jaillissement tient à des dispositions souterraines, contraignant à revenir vers la surface des eaux qui sont parvenues plus ou moins bas. A ce titre, les ploiements et les redressements de couches, surtout le long des lignes anticlinales, les failles ou paraclases, les filons métallifères, les pointements cunéiformes de roches cristallines, le voisinage des volcans actifs ou éteints et des roches volcaniques anciennes sont autant de types de conditions éminemment favorables qui sont passés en revue.

» Chaque mode de gisement des sources thermales fait comprendre comment la chaleur interne du globe intervient pour les échauffer. Toutefois, sans pénétrer aussi bas que le ferait supposer leur degré de chaleur, comparé au taux normal d'accroissement, les eaux peuvent acquérir une température élevée, en l'empruntant à certaines roches éruptives, poussées de la profondeur vers la surface de la terre et qui conservent encore une partie de leur primitive chaleur. En général, elles remontent par l'effet d'une pression hydrostatique, comme dans les puits artésiens; quelquefois intervient la force expansive de la vapeur.

» Les volcans, dont les éruptions n'évoquent à l'esprit que l'idée de feu, constituent cependant de gigantesques sources intermittentes d'une eau, dont la haute température surpasse tout ce que nous connaissons.

» Toutefois, l'eau expulsée des foyers volcaniques nous donne seulement une idée bien restreinte de l'importance de son domaine dans les profondeurs de la terre. Si l'on considère la possibilité qu'elle trouve de pénétrer, par capillarité et par d'autres moyens, dans des régions internes d'une très haute température, on ne peut guère douter que ces régions ne recèlent de l'eau surchauffée. Emprisonnée entre des parois rocheuses d'une énorme résistance, elle peut acquérir une tension que certaines expériences récentes montrent comme étonnamment puissante. Ce n'est donc pas à des émissions ostensibles que l'eau souterraine borne son rôle; sans se montrer, elle doit contribuer aussi à des actions mécaniques.

» En présence de l'immense force employée par elle lors des éruptions, quand elle pousse la lave à l'altitude de l'Etna, on peut admettre que, dans les régions où elle ne trouve pas d'issue, animée de cette énorme pression, elle soit aussi une cause efficace des tremblements de terre, même des plus formidables.

» 3° La composition des eaux souterraines soulève le difficile problème du mode de groupement des corps que l'analyse y décèle. L'origine de ces corps qui, dans certains cas, n'a donné lieu qu'à des hypothèses, est souvent rendue évidente par l'examen précis de leurs conditions de gisement.

» La classification des eaux minéralisées a été généralement subordonnée à des conditions médicales. J'ai trouvé préférable de les plier à une répartition strictement commandée par la proportion relative des substances dissoutes. C'est ainsi que certains types très usités, comme celui des eaux sulfurées, perdent singulièrement de leur importance, jusqu'à disparaître à peu près : la proportion des sulfures y est en effet de beaucoup inférieure à celle d'autres combinaisons. A l'inverse, la méthode adoptée révèle des types passés inaperçus. Tel est celui des eaux silicatées qui, quelle que soit sa valeur possible au point de vue thérapeutique, offre un incontestable intérêt pour le géologue; à part les eaux geyseriennes, cette catégorie comprend certaines sources de Plombières, de Bagnères-de-Luchon, d'Ax, de Saint-Sauveur, de Saint-Honoré, d'Amélie ainsi que celles d'Arassan, de Boulak et de Bergati, dans le Turkestan russe.

» Ce que nous pouvons observer en nous tenant à la surface du sol ne donne d'ailleurs qu'une idée restreinte et incomplète des actions que nous décèlent les travaux exécutés pour le captage de quelques sources thermales.

» II. Le second Ouvrage, intitulé *Les Eaux souterraines aux époques anciennes*, constitue un volume également accompagné de nombreuses figures. Il fait ressortir le rôle qui leur revient dans l'origine et les modifications de la substance de l'écorce terrestre et particulièrement leur action minéralisatrice.

» Le volume s'ouvre par une étude sur la formation des zéolithes et des minéraux qui les accompagnent habituellement. La formation des gîtes métallifères et des travertins conserve des traces non moins certaines d'une origine aqueuse. Rien de plus clair, par exemple, que cette intervention en ce qui concerne les amas de calamine. Dans beaucoup d'entre eux, les travaux d'exploitation ont permis de reconnaître et de suivre dans tous leurs détails les canaux d'ascension des sources zincifères qui leur ont

donné naissance : après avoir jailli de failles, elles se sont insinuées dans les couches perméables, calcaires ou dolomies, en coulant à la surface de couches imperméables. Les nappes métalliques sont en rapport évident de situation avec la perméabilité et la nature chimique des roches, exactement comme elles le seraient encore aujourd'hui si les eaux métallifères continuaient à affluer.

» Une action aqueuse se manifeste aussi dans les changements que les eaux souterraines ont déterminés dans les roches depuis leur formation et qui consistent, soit en épigénies, c'est-à-dire minéralisation de corps organiques, et en substitution de corps nouveaux à des substances cristallisées (pseudomorphoses); soit en une concentration de certaines substances sous forme de rognons; soit en altérations de roches silicatées, comme celles qui ont donné naissance à l'alunite, au kaolin et à la serpentine. Dans cet ordre de considérations, une place à part revenait aux phénomènes métamorphiques, dont l'observation a conduit à un ensemble de conclusions justifiées par des expériences. Une dernière partie concerne le rôle des eaux souterraines dans l'origine des substances constitutives des terrains stratifiés. On y distingue celles qui proviennent des parties externes et particulièrement de l'écorce cristallisée de ce qui dérive d'une origine plus profonde.

» III. Le rapprochement de ces deux Ouvrages fait apparaître des termes de comparaison très dignes d'intérêt.

» Depuis que l'écorce terrestre existe, pendant toutes les périodes de son développement, l'eau, en y circulant avec des températures parfois très élevées, a produit des effets considérables et divers qui s'y sont enregistrés d'une manière durable. Cette circulation incessante a, en effet, engendré un grand nombre d'espèces minérales. A l'aide de ces minéraux divers, métalliques et pierreux, où l'eau a en quelque sorte stéréotypé son travail final, nous arrivons à surprendre les opérations intimes de ce liquide dans les laboratoires qu'il a abandonnés depuis des milliers de siècles, fissures plus ou moins grandes, boursouflures ou simples pores des roches.

» L'étude des eaux dans leurs parcours et leurs effets aux époques anciennes vient donc compléter l'histoire et agrandir considérablement le tableau de leurs œuvres souterraines. Là se produit un véritable échange de lumière : le passé éclaire autant le présent que le présent éclaire le passé.

» Rien, du reste, ne prouve que les phénomènes de cette nature ne persévèrent pas de nos jours. Il est à croire que présentement des actions sem-

blables se produisent encore, mais dans des régions intérieures inaccessibles à nos observations. L'eau surchauffée, qui trahit son existence par des sources thermales et des exhalaisons volcaniques, engendre, selon toute apparence, lentement et silencieusement, dans l'intérieur du globe, des effets considérables et permanents, et donne naissance, comme autrefois, à des minéraux variés. Ce que nous n'obtenons qu'avec beaucoup de difficultés dans nos expériences, l'action de l'eau surchauffée, se trouve forcément réalisé de toutes parts dans l'intérieur des roches, capables de résister aux énormes pressions qu'elle peut mettre en œuvre, bien autrement que nos appareils les plus habilement disposés, toujours prêts à éclater ou à éprouver des fuites.

» De même que, dans notre organisme, toutes les parties du corps doivent leur développement aux apports qu'elles reçoivent de la circulation du sang, dans l'écorce du globe terrestre, l'eau, par son incessante circulation souterraine et par un travail surtout chimique, accomplit une sorte d'action vitale qui s'est perpétuée à travers les âges. Ne peut-on pas appliquer justement à ces effets minéralogiques et géologiques, si dignes de notre curiosité et dérivant d'une cause unique, l'épigraphe choisie par Leibnitz : *In varietate unitas?* »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la publication d'un « Atlas de Météorologie maritime ».* Note de M. **Mascart.**

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie un « Atlas de Météorologie maritime », publié par le Bureau Central météorologique à un petit nombre d'exemplaires, à l'occasion de l'Exposition du Havre, et aux frais d'une personne qui désire garder l'anonyme.

» Cet Atlas de 32 Cartes a été rédigé par M. Léon Teisserenc de Bort, soit en utilisant les travaux les plus dignes de foi, soit à l'aide de documents inédits. Les premières Cartes indiquent la répartition moyenne de la pression et des vents dominants sur le globe pour les principales saisons. Les autres sont consacrées spécialement à l'étude de l'océan Atlantique; elles donnent le régime des vents, la fréquence relative des dépressions des courants, la température de la mer, la position des glaces, la ligne d'égale déclinaison, etc.

» L'Atlas est accompagné d'un texte explicatif qui renferme, en outre,

quelques vues personnelles à l'auteur sur les caractères généraux des mouvements de l'atmosphère.

» Dans l'intention du donateur, cet Ouvrage doit être distribué gratuitement aux capitaines de la marine marchande qui prêtent leur concours pour les observations météorologiques à la mer; nous espérons qu'il sera pour eux un livre utile et servira à leur montrer combien leurs travaux personnels peuvent contribuer aux progrès de la Science. »

MÉCANIQUE. — *Théorie et application du pendule à deux branches;* par M. **G.-A. Hirn**.

« Le métronome de Maelzel consiste, on le sait, en un pendule à double branche, commandé par un mécanisme d'horlogerie. L'une, inférieure et très courte, porte à son extrémité un poids assez lourd, qui constitue le *poids moteur;* l'autre, supérieure et plus longue, porte un petit poids qui peut glisser et être arrêté en chaque point voulu, et qui constitue le *poids régulateur*. Avec ce système, on peut obtenir tel nombre de battements voulu, depuis zéro jusqu'à un maximum n qui dépend de la longueur du pendule inférieur et du moment d'inertie total. Ce pendule est bien certainement le plus commode pour le but auquel il est destiné, puisque, sous de petites dimensions, il donne tous les battements désirés, sans qu'on ait à doubler ou à dédoubler les indications. Dépouillé de son mécanisme à ressorts, ce pendule à deux branches, convenablement construit sur une échelle un peu grande, peut servir comme un excellent métronome muet; mais, ainsi que je vais le montrer tout à l'heure, il peut servir à d'autres usages encore. Sa théorie, que je n'ai trouvée dans aucun des ouvrages de Mécanique que j'ai sous main, est très intéressante. Ai-je besoin de dire qu'en la donnant je ne vise à aucune priorité? — Si, à mon insu, elle a été publiée déjà par un autre analyste, elle mérite en tous cas d'être plus connue qu'elle ne l'est.

» Je commence par décrire le pendule de ce genre que j'ai construit.

» La tige est une règle de bois de $0^m,50$ de longueur, plate et mince ($0^m,003$ d'épaisseur et $0^m,02$ de largeur, environ). L'une des extrémités est serrée entre deux disques de plomb égaux, pesant environ 400^{gr}, et formant le *poids moteur*. A $0^m,07$ du centre de ces disques est adapté un petit axe cylindrique terminé par deux couteaux d'acier qui posent sur

deux montants égaux fixés d'équerre sur une planchette. C'est entre ces montants qu'oscille la branche inférieure du pendule. Le poids régulateur consiste en une lame de métal fermée et embrassant aussi juste que possible la tige supérieure; cette lame, doublée de drap intérieurement, peut glisser à frottement doux sur la règle. Son poids est tel que, quand elle se trouve à l'extrémité supérieure du pendule, il y a équilibre juste entre les deux branches. L'une des faces de la règle est couverte d'une bande de papier sur laquelle on trace les divisions, d'après la méthode que j'indiquerai de suite.

» Par cette très courte description, chacun comprendra que, selon la position du poids régulateur, on peut faire battre à ce pendule tel nombre de coups voulu par unité de temps, depuis zéro jusqu'à la limite n. La construction de l'instrument, auquel on peut d'ailleurs donner un aspect élégant, est à la portée de tout menuisier un peu habile. La division seule est la partie délicate et demande de la patience. Les personnes qui voudront, avec raison peut-être, renoncer au métronome bruyant ordinaire, trouveront dans l'emploi de ce pendule double la manière la plus exacte et la moins coûteuse de marquer les mouvements en Musique.

» Ce genre de pendule peut servir très utilement lorsqu'on a à faire, sur une machine quelconque, des expériences dans lesquelles on veut varier les vitesses et les connaître très rapidement sous forme approximative; comme exemple, je cite des expériences dynamométriques sur une machine à vapeur pour laquelle on veut déterminer la vitesse donnant le maximum de rendement. Le pendule étant réglé à un nombre voulu de battements, en ouvrant plus ou moins la valve d'admission, on amène très aisément les coups de piston de la machine à correspondre à ces battements. Ce résultat est beaucoup plus long à obtenir avec une montre à secondes seulement. Dans mes recherches sur la machine à vapeur, je me servais, dans le même but, du pendule ordinaire, auquel je donnais la longueur nécessaire; mais son usage est beaucoup plus embarrassant. Dans la Mécanique appliquée, on trouvera bien des cas où le pendule double pourra faciliter et abréger des expériences.

» Cherchons la loi du mouvement de ce genre de pendule.

Soient

P_0 le poids moteur;
p_0 le poids régulateur;
L_0 la longueur effective de la branche inférieure;

l la distance, variable à volonté, du centre de gravité de p_0 à l'axe de suspension, distance mesurée sur la tige supérieure.

» Écartons la tige de la verticale pour l'abandonner à elle-même. Soient Θ cet angle d'écart et θ ce qu'il est devenu au bout du temps t. L'angle parcouru étant $(\Theta - \theta)$, le poids moteur P_0 s'est abaissé de la hauteur $L_0(\cos\theta - \cos\Theta)$; le poids p_0 s'est au contraire élevé de la hauteur $l(\cos\theta - \cos\Theta)$. Le travail mécanique donné par P_0 est $P_0 L_0(\cos\theta - \cos\Theta)$; le travail qu'a coûté p_0 est $p_0 l(\cos\theta - \cos\Theta)$. C'est à la différence de ces deux travaux qu'est due la somme de force vive gagnée par P_0 et par p_0. Cette somme a pour expression

$$\frac{1}{g}\left(P_0 L_0^2 \frac{d\theta^2}{dt^2} + p_0 l^2 \frac{d\theta^2}{dt^2}\right) = \frac{1}{g}\frac{d\theta^2}{dt^2}(P_0 L_0^2 + p_0 l^2);$$

on a donc l'équation

$$(2P_0 L_0 - p_0 l)(\cos\theta - \cos\Theta) = \frac{1}{g}\frac{d\theta^2}{dt^2}(P_0 L_0^2 + p_0 l^2),$$

d'où l'on tire

$$t\frac{\sqrt{2g(P_0 L_0 - p_0 l)}}{\sqrt{(P_0 L_0^2 + p_0 l^2)}} = \int \frac{d\theta}{\sqrt{(\cos\theta - \cos\Theta)}} + \text{const.}$$

» Pour une très petite valeur donnée à Θ, l'intégrale, prise de o à Θ et doublée, est, comme on sait, $\pi\sqrt{2}$, d'où il résulte

$$T = \pi\sqrt{\frac{(P_0 L_0^2 + p_0 l^2}{g(P_0 L_0 - p_0 l}},$$

T exprimant alors la durée d'une oscillation complète. Telle serait la loi d'oscillation de notre pendule, si la tige était *sans poids*. Il est nécessaire, mais d'ailleurs facile, de tenir compte de l'action de cette tige. Les produits $P_0 L_0$, $p_0 l$, $P_0 L_0^2$ et $p_0 l^2$ sont les moments statiques et les moments d'inertie répondant aux deux poids P_0 et p_0. Nous devons donc, avec les signes convenables, y ajouter les moments correspondant aux branches elles-mêmes. L'épaisseur et la largeur de la tige devant être constantes par la construction même, on trouve aisément

$$\tfrac{1}{2}p_i L_0,\quad \tfrac{1}{2}p_s l_0,\quad \tfrac{1}{3}p_i(L_0^2 + \tfrac{1}{4}\lambda^2),\quad \tfrac{1}{3}p_s(l_0^2 + \tfrac{1}{4}\lambda^2)$$

pour les moments statiques et les moments d'inertie des deux branches du pendule, p_i désignant le poids de la branche inférieure, p_s, λ, l_0 le poids, la largeur et la longueur de la branche supérieure. Ce sont ces diverses

valeurs que nous devons introduire dans notre équation ci-dessus. Rigoureusement parlant, nous devons aussi tenir compte de l'action qu'a la forme même du poids p_0. En nommant h sa hauteur et λ' sa largeur *constantes*, on trouve aisément pour le moment d'inertie

$$p_0[l^2 + \tfrac{1}{4}(h^2 + \tfrac{1}{3}\lambda'^2)].$$

Il vient ainsi, pour notre équation générale,

$$T = \pi\sqrt{\frac{P_0 L_0^2 + \frac{1}{3}p_i(L_0^2 + \frac{1}{4}\lambda^2) + \frac{1}{3}p_s(l_0^2 + \frac{1}{4}\lambda^2) + p_0[l^2 + \frac{1}{4}(h^2 + \frac{1}{3}\lambda'^2)]}{g(P_0 L_0 + \frac{1}{2}p_i L_0 - \frac{1}{2}p_s l_0 - p_0 l)}},$$

T étant la durée d'une oscillation entière. En faisant p_0, p_i et p_s nuls, l'équation devient

$$T = \pi\sqrt{\frac{L_0}{g}};$$

c'est, comme il en devait être, celle du pendule simple ordinaire.

» La discussion de notre équation conduit à des résultats très intéressants; la place me manquant ici pour les examiner, je me mets de suite au point de vue expérimental.

» Au lieu de prendre pour inconnue le temps exprimé en secondes, prenons le nombre de battements par minute. En désignant ce nombre par n, on a $T = \frac{60}{n}$. Dans la construction d'un pendule, tout comme pour un pendule déjà fait, il serait très difficile de déterminer directement les divers moments que renferme l'équation (T); il faut donc suivre une autre voie, pour se servir de celle-ci. Posons

$$\frac{1}{p_0}(P_0 L_0 + \tfrac{1}{2}p_i L_0 - \tfrac{1}{2}p_s l_0) = A,$$

$$\frac{1}{p_0}[P_0 L_0^2 + \tfrac{1}{3}p_i(L_0^2 + \tfrac{1}{4}\lambda^2) + \tfrac{1}{3}p_s(l_0^2 + \tfrac{1}{4}\lambda^2)] + \tfrac{1}{4}(h^2 + \tfrac{1}{3}\lambda'^2) = B^2,$$

$$g = 9^m,80896, \qquad \pi = 3,1415927,$$

et élevons au carré; il vient

$$0,0002795 n^2 = \frac{A - l}{B^2 + l^2}.$$

» Pour déterminer les deux constantes A et B^2, il nous suffit de donner à p_0 deux positions différentes aussi écartées que possible l'une de l'autre et de compter le nombre d'oscillations qui y répondent. En ce qui concerne A, il est plus simple encore d'élever assez p_0 pour qu'il y ait équi-

libre parfait entre les deux branches du pendule et que, par suite, n devienne nul; on a alors

$$A = l,$$

et il suffit d'une seule expérience de mouvement pour pouvoir déterminer B^2. Je prends de suite comme exemple le pendule que j'ai construit. On avait, pour $n = 0$,

$$A = l = 0^m,38;$$

en abaissant autant que possible p_0, l devenait $0^m,02625$; le pendule faisait alors 169,014 oscillations par minute. Il vient ainsi

$$0,0002795(169,104)^2 = \frac{0,38 - 0,02625}{B^2 + (0,02625)^2},$$

d'où l'on tire

$$B^2 = 0,04367092;$$

et notre équation générale devient, au cas particulier,

$$0,0002795 n^2 = \frac{0,38 - l}{0,04367092 + l^2}.$$

En la résolvant par rapport à l et faisant toutes les réductions, on a

$$l = -1788,909 \frac{1}{n^2} + \sqrt{1359,571 \frac{1}{n^2} - 0,043671 + \left(\frac{1788}{n^2}\right)^2}.$$

» Pour subdiviser le pendule, il suffit maintenant de donner à n des valeurs croissant par exemple de dix en dix depuis 0 et de calculer les valeurs correspondantes de l. Toutefois, et j'insiste formellement sur cette remarque, ce procédé de division ne peut pas être employé seul, si l'on tient à l'exactitude. Pour chaque valeur calculée de l, on fait un trait léger et provisoire sur la tige, on fait osciller le pendule, et puis on déplace un tant soit peu p_0 vers le haut ou le bas, jusqu'à ce que le nombre de battements soit réellement celui qu'on a introduit dans l'équation. En ce qui concerne les subdivisions des dizaines, on commence à les faire égales entre elles, puis, par tâtonnements, on donne à p_0 sa véritable position. Tous les traits sont alors seulement marqués définitivement.

» D'après les précautions que j'indique et qui sont indispensables, on conçoit pourquoi il existe tant de métronomes fautifs; les constructeurs se donnent, en effet, rarement la peine de faire des vérifications directes aussi minutieuses. On voit aussi que le pendule à deux branches dont j'ai donné

l'analyse est d'une construction facile, à la portée de chacun, soit qu'on veuille l'employer comme métronome, soit qu'on veuille en faire un indicateur rapide des vitesses d'une machine quelconque. »

CHIMIE. — *Fluorescences du manganèse et du bismuth.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« 5° (continué) (1). *Deux dissolvants solides, dont l'un joue vis-à-vis de l'autre le rôle de matière modérément active et une substance active fluoresçant vivement avec un seul de ces dissolvants.*

» (B) On a préparé un mélange de

CdO, SO^3, 100......... } 110
$Bi^2O^3, 3SO^3$, 10........ }

que j'appellerai BiCd. Les compositions suivantes ont été examinées :

Bi-Cd......	97,2	92,40	89,6	85,2	83,9	79,8	55,6	16,6
CaO, SO^3...	2,8	7,60	10,4	14,8	16,1	20,2	44,4	83,4
	100,0	100,00	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

» Avec 2,8, 7,60, 10,4 ou même 14,8 pour 100 de sulfate de chaux, on n'aperçoit que des fluorescences jaune verdâtre d'intensités modérées (2). La bande rouge de Ca + Bi est indiscernable. Contrairement à ce qui s'observerait si l'on employait le mélange Cd-Bi (CdO, SO^3, 100 et $Bi^2O^3, 3SO^3$, 1), il n'y a pas production de bleu. L'effet Ca + Cd est donc empêché par l'abondance du bismuth, quoique la fluorescence Ca + Bi ne se montre point.

» Avec 16,1 pour 100 de sulfate de chaux, on voit une très faible fluorescence tirant sur l'orangé et une légère trace de la bande rouge Ca + Bi.

» Avec 20,2 pour 100 de sulfate de chaux, la fluorescence rouge orangé est assez jolie, quoique pas très brillante; la bande rouge est bien marquée.

» Avec 83,4 pour 100 de sulfate de chaux, la fluorescence rouge orangé et la bande sont très belles.

(1) *Comptes rendus*, 13 juin 1887, p. 1685.
(2) Dans quelques mélanges, la fluorescence est presque nulle.

» 6° *Deux dissolvants solides, dont le premier (α) joue vis-à-vis du second (β) e rôle de matière modérément active et deux substances actives fluoresçant vivement : l'une avec les deux dissolvants α et β, l'autre seulement avec β.*

» Ce cas, assez complexe, a été examiné au moyen des sulfates de chaux et de cadmium, pris en proportions variables et additionnés d'un peu de bismuth et de manganèse.

» On a vu dans la Note précédente que, pour un mélange de 2 parties sulfate de chaux et de 1 partie sulfate de cadmium bismuthifère (ce dernier contenant $\frac{1}{100}$ de sulfate de bismuth), les effets Ca + Cd et Ca + Bi s'équivalent sensiblement. L'addition du manganèse modifie comme suit la fluorescence de ce mélange.

» Avec

CaO, SO^3	66,67	100,33,
CdO, SO^3	33,00	
$Bi^2O^3, 3SO^3$	0,33	
MnO, SO^3	0,33	

contenant poids égaux des sulfates de bismuth et de manganèse, il se produit une très belle fluorescence verte paraissant être presque exclusivement due à l'effet Ca + Mn dont le spectre est fort brillant, tandis que les points correspondant aux maxima des spectres Cd + Mn et Ca + Bi sont relativement peu éclairés.

» Avec

CaO, SO^3	66,667	100,033,
CdO, SO^3	33,000	
$Bi^2O^3, 3SO^3$	0,333	
MnO, SO^3	0,033	

composition dans laquelle il entre dix fois moins de sulfate de manganèse que de sulfate de bismuth, on obtient un mélange de parties vertes et de parties rouges ou rougeâtres ([1]). Le vert domine assez sensiblement. La bande rouge Ca + Bi est bien marquée, ainsi que le vert spectral de Ca + Mn. L'effet Cd + Mn n'est pas appréciable, car le jaune est relativement sombre.

» Prenant maintenant pour base un mélange des sulfates de chaux et de cadmium (ce dernier bismuthifère) qui seul donnerait à la fois des parties

([1]) Le rouge se développe surtout en face des électrodes.

bleues et des parties vert jaune (¹), sans bande rouge Ca + Bi, on a examiné l'action du manganèse.

» Avec

CdO, SO^3...........	74,25	100,75,
CaO, SO^3...........	25,00	
$Bi^2O^3, 3SO^3$.........	0,75	
MnO, SO^3..........	0,75	

contenant poids égaux des sulfates de bismuth et de manganèse, il se forme une magnifique fluorescence vert jaune qui, pour une part importante, est due à Cd + Mn. On observe toutefois de nombreux grains d'un vert plus bleu indiquant clairement la coexistence des effets Ca + Mn et Cd + Mn; il y a aussi des grains dont la teinte se rapproche du jaune orangé. Le rouge orangé étant relativement assez développé dans la fluo-

(¹) Un semblable mélange de parties bleues et vert jaune s'obtient également avec les sulfates de cadmium et de chaux non additionnés de bismuth. Le jaune de cette fluorescence semble provenir, du moins en grande partie, de traces de manganèse contenues dans le sel de chaux employé. Le jaune vert Cd + Mn et le bleu Ca + Cd donneraient ainsi le vert jaune par leur superposition. Cela paraît résulter des observations suivantes : 1° Du sulfate de cadmium contenant $\frac{1}{47500}$ de sulfate de manganèse fournit une fluorescence jaune d'intensité assez modérée et dont le spectre s'étend sur le rouge orangé, le jaune et le vert jaune. 2° Un mélange de sulfate de cadmium, 92,5 et sulfate de chaux, 7,5 = 100,0, étant additionné de $\frac{1}{15000}$ de sulfate de manganèse, possède une jolie fluorescence vert jaune. Il y a quelques parties bleuâtres. Le spectre se rapproche beaucoup de celui de Cd + Mn, mais contient relativement un peu plus de vert et de bleu. 3° Avec sulfate de cadmium, 95,2 et sulfate de chaux, 4,8 = 100,0, il s'établit au premier instant une fluorescence bleuâtre qui passe bientôt, en face des électrodes, à un vert jaune beaucoup moins intense, mais légèrement plus vert que si l'on avait ajouté $\frac{1}{15000}$ de sulfate de manganèse. 4° Avec sulfate de cadmium, 93,7 et sulfate de strontiane, 6,3 = 100,0, on obtient une fluorescence, d'abord d'un faible rose violacé, puis jaune légèrement verdâtre. Cette fluorescence jaune est très analogue à celle du sulfate de cadmium un peu manganésifère, mais elle est moins verte que celle du sulfate de cadmium additionné de sulfate de chaux; ce qui se comprend, vu l'absence de l'effet bleu Ca + Cd. 5° En prenant : sulfate de cadmium, 90,9 et sulfate de baryte, 9,1 = 100,0, la fluorescence est jaune verdâtre, se rapprochant beaucoup de celle du sulfate de cadmium légèrement manganésifère. Il paraît donc y avoir, dans les sels de Ca, Sr et Ba employés, des traces de Mn qui concourent pour une grande part à la formation du jaune. 6° Enfin, le sulfate de chaux, additionné de 8 à 15 pour 100 de son poids de sulfate de cadmium, donne une jolie fluorescence bleue, passant au vert bleu en face des électrodes et au bleu violet sur les points plus éloignés du centre d'action électrique.

rescence Cd + Mn, il serait impossible de reconnaître la présence d'une trace de la bande Ca + Bi qui prendrait naissance dans le cas actuel.

» Avec

CdO, SO^3..........	74,250	100,075,
CaO, SO^3..........	25,000	
$Bi^2O^3, 3SO^3$.......	0,750	
MnO, SO^3.........	0,075	

mélange dans lequel le sulfate de manganèse est dix fois moins abondant que le sulfate de bismuth, la fluorescence est belle et d'un vert jaune. Quelques parties sont d'un vert plus bleu, d'autres tirent sur le jaune un peu orangé. Le spectre paraît résulter de la superposition des effets Cd + Mn et Ca + Mn, avec prédominance de Cd + Mn. Dans son ensemble, la présente fluorescence est très légèrement moins verte que celle du mélange analogue, où les sulfates de bismuth et de cadmium entrent par quantités égales. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de feu M. *Mulsant*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 43, M. Agassiz obtient 43 suffrages.

M. **Agassiz**, ayant obtenu l'unanimité des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission chargée de préparer une liste de candidats pour la place de Secrétaire perpétuel, devenue vacante par suite du décès de M. *Vulpian*.

Cette Commission doit se composer de six Membres pris dans les Sections de Sciences physiques et du Président en exercice.

Les Membres qui réunissent la majorité des suffrages, sont : MM. Chevreul, Daubrée, Duchartre, Peligot, de Quatrefages et Marey.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Com-

mission de deux Membres qui sera chargée de la vérification des comptes de l'année 1886.

MM. Chevreul et Mouchez réunissent la majorité des suffrages.

RAPPORTS.

CHIMIE AGRICOLE. — *Rapport sur le Mémoire de* M. Paul de Mondésir *relatif au dosage rapide du carbonate de chaux actif dans les terres.*

(Commissaires : MM. Debray, Reiset, Schlœsing rapporteur.)

« On sait que le carbonate de chaux remplit dans les sols diverses fonctions très importantes : il est la source principale d'un aliment des plantes indispensable, la chaux ; il fournit au sol, avec le concours de l'acide carbonique et de l'eau, la dissolution de bicarbonate de chaux qui coagule l'argile et conserve l'ameublissement ; c'est lui qui donne à la terre végétale la réaction alcaline si favorable à la nitrification et à l'exercice du pouvoir absorbant. Sa détermination est donc chose essentielle. Elle ne présente pas de difficulté, quand le calcaire est en quantité notable ; on décompose celui-ci par l'acide nitrique ou l'acide chlorhydrique étendu, on recueille, à l'aide de dispositions assez simples, l'acide carbonique dégagé ; on le mesure, et l'on déduit de sa quantité celle du calcaire correspondant. Mais l'extraction de l'acide carbonique devient une opération assez délicate, quand la terre en fournit peu : il y faut des soins minutieux, et des appareils trop compliqués pour l'usage courant. Aussi l'on se contente alors, le plus souvent, de doser la chaux dissoute par l'acide étendu. Un tel procédé, permis en cas d'abondance du calcaire, expose à des erreurs grossières, dans le cas contraire ; la terre contient des sels de chaux insolubles, phosphate, humates, qui cèdent leur base à l'acide employé ; elle peut posséder plusieurs millièmes de son poids de chaux ainsi combinée; en sorte qu'en estimant le calcaire par la chaux dissoute, on peut en trouver jusqu'à 1 pour 100 dans un sol qui en est totalement dépourvu.

» Cependant, c'est précisément quand une terre est très pauvre en calcaire que la détermination de cet élément est surtout intéressante, parce qu'alors surgit la question de savoir quelle est la proportion de calcaire limite, variable selon les sols et les cultures, au-dessous de laquelle la vé-

gétation commence à souffrir du manque de chaux. Ne serait-il pas essentiel, par exemple, de déterminer cette limite et de savoir où en est la réserve de calcaire, dans un de ces sols si nombreux en France, qui doivent toute leur chaux au marnage ou au chaulage?

» Notre ignorance en ces matières tient à l'absence d'un procédé réellement pratique pour doser dans une terre de très faibles quantités de carbonate de chaux : ce procédé, M. Paul de Mondésir vient de nous l'apporter, et nous pouvons déjà affirmer qu'il a rendu par là aux agronomes un service signalé. Il ne cherche pas à extraire d'un sol l'acide carbonique : opérant la décomposition du calcaire en vase clos, il mesure simplement, à l'aide d'un manomètre à eau, l'augmentation de tension due à l'apparition du gaz carbonique dans l'atmosphère confinée du vase. Un exemple va tout de suite fixer les idées sur la sensibilité de ce procédé. Un flacon jauge 500^{cc} : on y met 100^{cc} d'eau et 100^{gr} d'une terre contenant 100^{mgr} de calcaire, soit $\frac{1}{1000}$; ces 100^{mgr} de calcaire fourniront 44^{mgr} d'acide carbonique, ayant à la température et à la pression ordinaires un volume d'environ 24^{cc}. On ajoute enfin de l'acide tartrique, environ trois fois l'équivalent du calcaire, on ferme et l'on agite violemment. Le calcaire est promptement détruit, s'il est pulvérulent, et l'agitation détermine en quelques instants un partage définitif du gaz carbonique entre l'atmosphère confinée et l'eau. Or, à la température ordinaire, le coefficient d'absorption de l'acide carbonique par l'eau est très voisin de l'unité, d'où résulte que ce gaz pourra être considéré comme occupant toute la capacité du flacon diminuée du volume de la terre, qui est de 38^{cc} (la densité des terres est toujours voisine de 2,6) : la tension du gaz carbonique sera donc de $\frac{24}{500-38}$ d'atmosphère, et la dénivellation occasionnée dans le manomètre par son apparition sera de $\frac{24}{462}$ de 10^{m}, soit $0^{m},52$. Si la terre avait contenu seulement 1, 2, 3 dix-millièmes de calcaire, la dénivellation eût été de 52^{mm}, 104^{mm}, 156^{mm}, hauteurs d'eau très nettement appréciables.

» Assurément, la mesure d'un gaz par la tension qu'il prend dans des circonstances données n'est pas une nouveauté : cela n'empêche pas que personne, avant M. de Mondésir, n'avait appliqué ce genre de mesure à l'acide carbonique dégagé d'une terre, surtout dans des conditions d'exécution tellement commodes et simples, que l'opération peut être pratiquée par des mains tout à fait inhabiles aux manipulations chimiques.

» Il y a cependant quelques précautions à prendre, en vue de l'exactitude des résultats, notamment en ce qui concerne les variations de la

température. Nous n'y insisterons pas ici, M. de Mondésir les ayant rapportées dans le résumé de son Mémoire, inséré aux *Comptes rendus*.

» Si l'on voulait obtenir, par le procédé de M. de Mondésir, des résultats rigoureusement exacts, il faudrait corriger les observations en tenant compte des moindres variations des conditions des expériences ; pour éviter les complications d'appareils, on tomberait dans les complications de calcul. Mais l'exactitude absolue n'est point nécessaire ici : « Il ne faut » pas oublier, dit l'auteur, que l'appareil n'est pas destiné à des travaux » scientifiques de précision ; il s'agit d'obtenir une approximation suffi- » sante, avec la plus grande simplicité possible dans l'instrument et dans » son emploi. » Nous ajouterons qu'en analyse chimique, comme en toute chose, il convient de régler ses efforts selon les besoins. Rien ne doit être négligé pour obtenir la plus grande approximation possible, si elle est désirable ; mais, lorsqu'une mesure à un cinquantième, à un vingtième près suffit, il est inutile d'accroître les difficultés du travail pour obtenir le centième. Or, quand il s'agit de quelques millièmes ou dix-millièmes de calcaire dans une terre, une faible erreur en plus ou en moins ne modifie nullement la conclusion à tirer d'une analyse.

» C'est pourquoi, négligeant les corrections, M. de Mondésir admet, ce qui est bien près d'être vrai, que les quantités de calcaire sont proportionnelles, dans un appareil donné, aux dénivellations observées, et il tare une fois pour toutes cet appareil en y remplaçant la terre par un poids égal de sable pur, additionné de $0^{gr},100$ de carbonate de chaux et en notant la dénivellation produite.

» En étudiant son instrument, M. de Mondésir n'a pas tardé à lui trouver un avantage probablement imprévu, celui de renseigner l'opérateur sur l'état physique du calcaire. Ce calcaire est-il disséminé dans la terre, en fine poussière, comme il convient pour la production de tous ses effets dans les sols, l'attaque par la dissolution tartrique est rapidement achevée et la montée du manomètre est terminée après une première agitation soutenue pendant deux minutes. Si, au contraire, le calcaire est en grains, l'attaque est d'autant plus lente que les grains sont plus grossiers, et le manomètre monte péniblement après chaque agitation. Quand le calcaire affecte les deux états, on arrive aisément, avec un peu d'habitude, à faire les parts de l'impalpable et du grossier.

» M. de Mondésir a déjà obtenu avec son appareil des résultats bien dignes de fixer l'attention des agronomes. Il a vu, par exemple, fait nouveau, que la proportion du calcaire peut tomber près de zéro, sans que la

terre cesse de pouvoir porter de belles récoltes de légumineuses, pourvu que le calcaire soit alors remplacé par les combinaisons des acides bruns avec la chaux. Il y a même de ces terres, encore très fertiles, où les acides bruns ne sont pas entièrement saturés; traitées dans l'appareil, sans acide tartrique et avec addition de carbonate de chaux, elles dégagent de l'acide carbonique.

» Nul doute que d'autres observations importantes ne se multiplient, lorsque l'appareil sera aux mains des agronomes qui étudient la terre végétale. Il est souhaitable qu'il se répande promptement dans nos stations agronomiques.

» L'Académie voit, par les détails précédents, que le Mémoire de M. Paul de Mondésir, bien qu'il soit presque entièrement consacré à la description et au maniement d'un petit appareil très simple, a une haute portée.

» Les Commissaires chargés de l'examiner auraient proposé à l'Académie d'ordonner son insertion dans le Recueil des *Mémoires des Savants étrangers*, s'il ne devait paraître prochainement, dans les *Annales agronomiques*. »

CORRESPONDANCE.

M. **C. Vogt**, nommé Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le Tome VII des « Œuvres complètes de Laplace », publiées sous les auspices de l'Académie des Sciences;

2° Une brochure de M. *Edm. Hébert* portant pour titre : « Phyllades de Saint-Lô et conglomérats pourprés dans le nord-ouest de la France;

3° Une Étude de posologie hydrominérale rationnelle dans les troubles de la respiration et de la circulation, par M. *Lahillonne*. (Présentée par M. Larrey.)

M. le général **Menabrea** donne lecture de la Lettre suivante de M. *Antonio Favaro*, professeur à l'Université de Padoue, relative au projet de publication des Œuvres complètes de Galilée :

« L'Italie va entreprendre sous peu, aux frais de l'État et sous le patronage de S. M. le Roi, une nouvelle édition, aussi complète que possible, de toutes les Œuvres de Galilée.

» Ayant été chargé de diriger cette édition, j'ai l'honneur de m'adresser, à cet effet, à tous les directeurs d'archives ou de bibliotbèques, aux collectionneurs d'autographes, aux savants, aux amateurs et aux chercheurs de tous les pays, pour en obtenir l'indication des autographes ou des copies des travaux de Galilée, de ses lettres, de celles à lui adressées par d'autres, ou bien entre autres se rapportant à lui, des documents relatifs à ses études ou à sa vie..., enfin, de tout ce qui peut contribuer à rendre la nouvelle édition complète et définitive.

» Les noms des personnes qui auront eu l'obligeance de me communiquer ces documents seront honorablement mentionnés dans l'Ouvrage, et tous les frais qu'elles auront eu à supporter seront immédiatement remboursés. »

ASTRONOMIE. — *Éléments et éphéméride de la planète* (267); par M. **Charlois**.

« Ces éléments ont été calculés au moyen de trois observations équatoriales faites à l'observatoire de Nice, les 27 mai, 9 et 22 juin 1887.

Époque : 1887, juin 9,5; temps moyen de Paris.

M	29°.56'.23",4	
π	222.59.16,8	Équinoxe moyen 1887,0.
☊	74. 5.21,6	Équinoxe moyen 1887,0.
i	7.19.20,9	Équinoxe moyen 1887,0.
φ	2.40.34,6	
log a	0,450294	
μ	749",145	

Éphéméride pour 12ʰ. Temps moyen de Paris.

	Positions apparentes.			
	Æ.	Ⓓ.	log Δ.	log r.
1887. Juillet 8	16ʰ.28ᵐ.27ˢ	−23°.20',3	0,2641	0,4339
9	28. 2	21,5		
10	27.38	22,7		
11	27.15	24,0		

	Positions apparentes. Æ.	ⒹD.	log Δ.	log r.
	h m s	° ′		
1887. Juillet 12.........	16.26.54	−23.25,3	0,2721	0,4341
13.........	26.35	26,6		
14.........	26.17	27,9		
15.........	26. 1	29,2		
16.........	25.47	30,6	0,2807	0,4343
17.........	25.34	32,0		
18.........	25.23	33,4		
19.........	25.13	34,9		
20.........	25. 5	36,4	0,2897	0,4345
21.........	24.59	37,9		
22.........	24.55	39,4		
23.........	24.52	41,0		
24.........	24.51	42,6	0,2990	0,4347
25.........	24.52	44,3		
26.........	24.54	46,0		
27.........	24.58	47,8		
28.........	16.25. 3	−23.49,6	0,3085	0,4349

» *Remarque*. — Au moment de l'opposition, le 5 juin, la planète était de grandeur 13,5. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur le lieu des foyers d'un faisceau tangentiel de courbes planes*. Note de M. **G. Humbert**, présentée par M. Poincaré.

« Laguerre a énoncé dans les *Comptes rendus* (janvier 1865) le théorème suivant, dont il a fait d'importantes applications ;

» Si par un point on mène respectivement les n tangentes à deux courbes homofocales de classe n, les deux faisceaux de droites ainsi obtenus ont même orientation.

» On peut donner une proposition analogue, pour le cas où les deux courbes considérées ne sont plus homofocales :

» *Soit un faisceau tangentiel quelconque de courbes planes; par un foyer f de l'une d'elles menons les tangentes à l'une quelconque des autres : tous les systèmes de droites ainsi obtenus à partir du point f ont même orientation.*

» En combinant cette proposition avec le théorème rappelé plus haut, on voit que :

» *Le lieu des foyers des courbes d'un faisceau tangentiel déterminé par deux*

courbes A *et* B, *de classe n, est une courbe telle que, si l'on joint un de ses points aux n foyers réels de* A *et aux n foyers réels de* B, *les deux systèmes ainsi obtenus aient même orientation.*

» Il résulte de là cette conséquence curieuse que le lieu des foyers des courbes d'un faisceau tangentiel est déterminé dès qu'on connaît les foyers de deux de ces courbes.

» Si l'on suppose, pour plus de généralité, que les deux courbes A et B sont tangentes à la droite de l'infini, c'est-à-dire qu'elles ont un ou plusieurs foyers à l'infini, le lieu des foyers des courbes du faisceau peut être défini comme le lieu des points d'où l'on voit un certain nombre de segments rectilignes sous des angles dont la somme est constante, et réciproquement.

» On retrouve ainsi les courbes remarquables étudiées par M. Darboux, et dont la proposition précédente établit une nouvelle propriété. M. Darboux, à l'occasion de ces courbes, a démontré le théorème suivant :

» *Si une courbe est telle que les produits des distances de l'un de ses points à deux séries de pôles fixes soient dans un rapport constant, la même propriété subsistera quand on remplacera les pôles fixes par une infinité de nouveaux systèmes de pôles convenablement choisis.*

» Ce théorème peut, d'après les résultats indiqués, être complété ainsi :

» *Les pôles de trois séries quelconques sont les foyers de trois courbes algébriques de même classe, appartenant à un même faisceau tangentiel; inversement, les foyers réels et à distance finie d'une courbe de ce faisceau constituent un système de pôles.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les invariants des équations différentielles.* Note de M. **Appell**, présentée par M. Hermite.

« I. Dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie le 20 juin 1887, j'ai indiqué la possibilité d'étendre la théorie des invariants des équations différentielles linéaires et homogènes aux équations *homogènes* mais non *linéaires*. En traitant, à titre d'exemple, le cas le plus simple, à savoir celui d'une équation homogène du second ordre et du second degré de la forme

$$(1) \qquad By'y'' + Cyy'' + Dy'^2 + Eyy' + Fy^2 = 0,$$

j'ai montré que l'on peut ramener cette équation à la forme

$$\frac{dv}{dx} = \alpha v^3 + \beta v^2 + \gamma v + \delta, \tag{3}$$

puis à la forme réduite

$$\frac{dw}{d\xi} = w^3 + J, \tag{4}$$

où J est un *invariant absolu*.

» Les équations telles que (3) ont fait l'objet d'une Note que M. R. Liouville a présentée à l'Académie le 6 septembre 1886 et qui avait échappé à mon attention. Dans cette Note, M. R. Liouville indique des cas d'intégrabilité de l'équation (3); sa méthode est fondée sur la considération de certaines fonctions des coefficients de l'équation et de leurs dérivées qui sont des invariants relatifs pour le changement de variable indépendante et le changement de fonction $v = v_1 \varphi(x)$. Celui de ces invariants relatifs qui est désigné dans cette Note par la lettre L n'est autre chose que le numérateur de notre invariant absolu J, de sorte que les deux fonctions L et J s'annulent en même temps.

» Il y a, entre le point de vue auquel s'est placé M. R. Liouville et le nôtre, cette différence que l'invariant absolu que nous appelons J est un invariant, non seulement de l'équation (3), mais aussi de l'équation homogène (1) que nous ramenons à la forme (3). Les coefficients α, β, γ, δ de cette équation (3) sont des fonctions des coefficients B, C, D, E, F de l'équation (1) et de leurs dérivées; l'invariant J est une fonction de ces coefficients B, C, D, E, F et de leurs dérivées, qui ne change pas lorsqu'on fait, dans l'équation (1), un changement de fonction ou de variable. Il est encore à remarquer que les invariants relatifs de l'équation (3) considérés par M. R. Liouville et l'invariant absolu J possèdent la propriété de l'invariance, non seulement pour un changement de fonction de la forme $v = v_1 \varphi(x)$, mais pour le changement plus général

$$v = v_1 \varphi(x) + \psi(x). \tag{5}$$

» D'après cela, on voit sans peine que les cas d'intégrabilité indiqués par M. R. Liouville sont ceux dans lesquels l'équation (3) peut être transformée en une autre de même forme *à coefficients constants*. En effet, dans les cas en question, ou bien J est constant, et alors l'équation réduite (4)

est à coefficients constants, ou bien J est de la forme $k\xi^{-\frac{3}{2}}$, et alors la substitution $w = \xi^{-\frac{1}{2}} w_1$, $\xi_1 = \log\xi$ transforme l'équation réduite (4) en une autre à coefficients constants. Ainsi l'équation dénotée (16) par M. R. Liouville se ramène à la forme

$$\frac{dv}{dx} = 4v^3 - g_2 v - g_3$$

si l'on y fait

$$2\wp u + y\wp' u = 2v, \qquad n\frac{du}{dx} = -\wp' u.$$

» II. L'équation homogène du second ordre et du degré $n > 2$, de la forme spéciale

$$(6) \qquad y^{n-1} y'' = a_0 y'^n + a_1 y'^{n-1} y + \ldots + a_n y^n,$$

se ramène immédiatement par la substitution $y' = vy$ à l'équation

$$(7) \qquad \frac{dv}{dx} = a_0 v^n + a_1 v^{n-1} + \ldots + (a_{n-2} - 1) v^2 + a_{n-1} v + a_n.$$

» En faisant un changement de fonction de la forme (5), déterminant convenablement $\varphi(x)$ et $\psi(x)$, et choisissant une nouvelle variable indépendante ξ, on ramènera cette équation (7) à la forme réduite

$$(8) \qquad \frac{dw}{d\xi} = w^n + J_2 w^{n-2} + J_3 w^{n-3} + \ldots + J_{n-2} w^2 + J_n,$$

caractérisée par ce fait que le coefficient de w^n est égal à l'unité et les coefficients de w^{n-1} et w égaux à zéro. Les quantités $J_2, J_3, \ldots, J_{n-2}, J_n$ sont des invariants absolus de l'équation (7) tant pour le changement de variable que pour le changement de fonction de la forme (5).

» Si ces invariants sont des constantes, l'intégration est immédiate : s'ils sont de la forme

$$J_2 = k_2 \xi^{\frac{2}{1-n}}, \qquad J_3 = k_3 \xi^{\frac{3}{1-n}}, \qquad \ldots, \qquad J_n = k_n \xi^{\frac{n}{1-n}},$$

l'équation peut être ramenée à une équation à coefficients constants par la substitution $w = w_1 \xi^{\frac{1}{1-n}}$, $\xi_1 = \log\xi$. Dans ces deux cas, l'équation homogène (6) est réductible à une équation de même forme à coefficients constants admettant des intégrales particulières de la forme e^{rx}.

» On peut appliquer une méthode analogue aux équations homogènes du type

$$y^{m-n-1}\Phi_n(y, y')y'' = \Psi_m(y, y'),$$

Φ_n et Ψ_m désignant des fonctions homogènes de y et y' de degrés entiers positifs n et m, avec $n < m - 1$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles linéaires.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Darboux.

« Comme je l'ai montré dans une Communication précédente (*voir* les *Comptes rendus* du 27 juin), on peut ramener une équation différentielle linéaire et homogène du troisième ordre à la forme

$$(1)\qquad y''' + by' + cy = 0,$$

et si l'intégrale d'une telle équation (où b et c sont rationnels) est algébrique et correspond à un des groupes finis (α) à deux variables, analogues aux groupes du dièdre, une intégrale y_1 est nécessairement de la forme

$$y_1 = \sqrt[3n]{g(x)},$$

où $g(x)$ vérifie une relation $f(g, x) = 0$, du troisième degré en g. Il s'ensuit que le produit des trois valeurs linéairement distinctes de y_1, y_2, y_3 est de la forme

$$y_1 y_2 y_3 = \sqrt[3n]{\frac{M(x)}{N(x)}} = \frac{\Pi(x - x_i)^{\mu_i}}{\Pi(x - X_j)^{\nu_j}}.$$

» Les zéros X_j de $N(x)$ sont nécessairement des points singuliers de l'équation (1); on connaît une limite supérieure de la somme $\Sigma\nu_j$, en même temps qu'une limite supérieure de la différence $\Sigma\mu_i - \Sigma\nu_j$; on en conclut que le nombre des zéros x_i de $M(x)$, pour lesquels μ_i est entier, ne peut dépasser une certaine valeur m, et, en ajoutant à m le nombre des points singuliers de (1), on obtient une limite supérieure M du nombre des points pour lesquels l'intégrale y_1 est infinie ou nulle.

» Ceci posé, soit $\frac{y'}{y} = \eta$; η satisfait à une équation différentielle du second ordre, dont une intégrale η_1 doit vérifier une relation $f_1(\eta_1, x) = 0$, du troisième degré en η_1; d'autre part, les pôles de η_1 sont tous du pre-

mier ordre et leur nombre ne peut dépasser M. On déduit de là une limite du degré en x de f_1, et l'on peut reconnaître, par un nombre fini d'opérations, si l'équation en η admet effectivement une telle intégrale. Quand cette condition est satisfaite, on a

$$y_1 = Ce^{\int_{x_0}^{x} \eta_1 dx};$$

la relation $f_1(\eta_1, x) = 0$ peut se décomposer parfois en relations du second et du premier degré en η. Mais, dans tous les cas, à chaque valeur de x, correspondent trois valeurs de y_1, y_2, y_3, linéairement distinctes, et l'intégrale générale de (1) peut s'écrire

$$y = \alpha y_1 + \beta y_2 + \gamma y_3.$$

» Nous arrivons bien ainsi à la conclusion énoncée : *On peut toujours vérifier si l'intégrale de l'équation* (1) *est algébrique, ou ramener l'équation à une quadrature.*

» La méthode employée s'applique à une équation linéaire A d'ordre quelconque; pour simplifier l'écriture, admettons qu'elle soit du quatrième ordre

$$\text{A)} \qquad y^{\text{IV}} + a_3 y''' + a_2 y'' + a_1 y' + a_0 y = 0.$$

» Pour une telle équation, il existe trois invariants du cinquième ordre, où figurent les rapports t, u, v de quatre intégrales distinctes.

» Si l'on pose

$$D_1 = \begin{vmatrix} t^{\text{IV}} & 4t''' & 6t'' & 4t' \\ u^{\text{IV}} & 4u''' & 6u'' & 4u' \\ v^{\text{IV}} & 4v''' & 6v'' & 4v' \\ t^{\text{V}} & 5t^{\text{IV}} & 10t''' & 5t'' \end{vmatrix}, \qquad D_2 = \begin{vmatrix} t^{\text{IV}} & 4t''' & 6t'' & 4t' \\ u^{\text{IV}} & 4u''' & 6u'' & 4u' \\ v^{\text{IV}} & 4v''' & 6v'' & 4v' \\ t''' & 3t'' & 3t' & 0 \end{vmatrix},$$

$$D_3 = \begin{vmatrix} t^{\text{IV}} & 4t''' & 6t'' & 4t' \\ u^{\text{IV}} & 4u''' & 6u'' & 4u' \\ v^{\text{IV}} & 4v''' & 6v'' & 4v' \\ t'' & 2t' & 0 & 0 \end{vmatrix}, \qquad D_4 = \begin{vmatrix} t^{\text{IV}} & 4t''' & 6t'' & 4t' \\ u^{\text{IV}} & 4u''' & 6u'' & 4u' \\ v^{\text{IV}} & 4v''' & 6v'' & 4v' \\ t' & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix},$$

et si l'on appelle $D'_1, D'_2, \ldots, D''_1, \ldots$ les expressions obtenues en permutant t, u, v dans les précédentes, les trois invariants I_1, I_2, I_3 sont donnés

par trois équations

$$D_1 + I_1 D_2 + I_2 D_3 + I_3 D_4 = 0,$$
$$D'_1 + I_1 D'_2 + I_2 D'_3 + I_3 D'_4 = 0,$$
$$D''_1 + I_1 D''_2 + I_2 D''_3 + I_3 D''_4 = 0.$$

En fonction des coefficients a_0, a_1, a_2, a_3, ces invariants s'expriment de la manière suivante :

$$I_1 = \frac{a_3^2}{4} - \frac{2}{3} a_2 + a'_3,$$
$$I_2 = -\frac{3}{16} a_3^3 + \frac{3}{4} a_3 a_2 - \frac{3}{2} a_1 - \frac{3}{4} a_3 a'_3 + a'_2,$$
$$I_3 = \frac{3}{32} a_3^4 - \frac{1}{2} a_3 a_2 + a_3 a_1 + \frac{1}{3} a_2^2 - 4 a_0 + \frac{1}{4} a_3^2 a'_3 - \frac{1}{2} a_3 a'_2 - \frac{1}{2} a'_3 a_2 + a'_1.$$

On trouve, comme pour le troisième ordre, que

$$y = C \begin{vmatrix} t' & u' & v' \\ t'' & u'' & v'' \\ t''' & u''' & v''' \end{vmatrix}^{-\frac{1}{4}} \times e^{-\frac{1}{4}\int_{x_0}^{x} a\,dx}.$$

On peut toujours vérifier si l'intégrale de l'équation (A) correspond à un groupe donné. Si le groupe de l'équation doit être un des groupes analogues aux groupes du dièdre, une intégrale est de la forme $\sqrt[n]{g(x)}$, où $g(x)$ est définie par une équation du quatrième degré en g, et l'équation se ramène à une quadrature. Il est à présumer que tous les groupes finis à trois variables, dont l'indice est indéterminé, rentrent dans les précédents.

» Les systèmes d'équations aux dérivées partielles, que j'ai considérés dans une Note précédente (*Comptes rendus* du 31 mai), se ramènent aux équations différentielles. Mais on peut les étudier directement de la même manière. Soit un système

$$(S) \qquad \left\{ \begin{aligned} \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} &= a \frac{\partial z}{\partial x} + b \frac{\partial z}{\partial y} + c z, \\ \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} &= a' \frac{\partial z}{\partial x} + b' \frac{\partial z}{\partial y} + c' z, \\ \frac{\partial^2 z}{\partial y^2} &= a'' \frac{\partial z}{\partial x} + b'' \frac{\partial z}{\partial y} + c'' z, \end{aligned} \right.$$

où les conditions d'intégrabilité sont remplies. On trouve, en conservant

la même notation, que

$$z = \left(\frac{\partial t}{\partial x}\frac{\partial u}{\partial y} - \frac{\partial t}{\partial y}\frac{\partial u}{\partial x}\right)^{-\frac{1}{3}} e^{\frac{1}{3}\int (a+b')\,dx+(a'+b'')\,dy}.$$

Le raisonnement s'achève comme précédemment. J'ajoute que la recherche des cas où l'intégrale de (S) est algébrique rentre dans le problème plus général de la transformation de ces systèmes. Soit Σ un second système analogue à S, où figure la fonction $\zeta(\xi, \eta)$: on peut toujours passer de S à Σ (si les conditions d'intégrabilité sont également satisfaites pour Σ) par une transformation

$$x = f(\xi, \eta), \qquad y = \varphi(\xi, \eta), \qquad z = \varpi(\xi, \eta)\zeta;$$

f et φ vérifient un système de quatre équations du second ordre qui se trouve formé dans la Note déjà citée, et $\frac{\partial \varpi}{\partial \xi}$, $\frac{\partial \varpi}{\partial \eta}$ sont connus, quand f et φ sont déterminés. Ces remarques s'étendent sans peine aux systèmes analogues à S où figurent un plus grand nombre de variables. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur les explosions au sein des liquides.* Note de M. G. Robin, présentée par M. Darboux.

« La solution du problème d'Hydrodynamique qui fait l'objet de cette Note repose sur le principe suivant, qui contient toute la théorie des percussions :

» Étant donné un système actionné par des percussions connues P, si l'on désigne par p l'excès géométrique de la vitesse du point de masse m après la percussion sur sa vitesse avant la percussion, la quantité

$$\tfrac{1}{2}\Sigma mp^2 - \Sigma Pp\cos(P, p)$$

doit être un minimum.

» Soit maintenant un liquide en repos, limité par des surfaces libres et des parois fixes. Dans ce liquide homogène de densité μ plonge ou flotte un corps solide libre dont nous désignerons la surface immergée par S. Une sphère de rayon infiniment petit R éclate au sein du liquide avec une intensité de percussion $\frac{\mu m}{R}$ uniforme en tous les points de sa surface σ.

» On demande : 1° la vitesse (u, v, w, p, q, r) imprimée au corps solide par l'explosion ; 2° la percussion $\mu\Phi$ en tout point du liquide.

» On sait que Φ satisfait à l'équation potentielle $\Delta\Phi = 0$ et que la vitesse en un point (x, y, z) du fluide a pour composantes $-\frac{\partial\Phi}{\partial x}, -\frac{\partial\Phi}{\partial y}, -\frac{\partial\Phi}{\partial z}$.

» Représentons par n et N les normales extérieures à la petite sphère σ et au solide S, par T_1 la demi-force vive du solide, par T celle du liquide donnée par la formule

$$(1) \qquad T = -\frac{\mu}{2}\left(\int_S \Phi \frac{d\Phi}{dN} dS + \int_\sigma \Phi \frac{d\Phi}{dn} d\sigma\right).$$

» Il s'agit de rendre minimum l'expression

$$(2) \qquad T_1 + T + \frac{\mu m}{R} \int_\sigma \frac{d\Phi}{dn} d\sigma.$$

» On peut poser

$$(3) \qquad \Phi = \varphi + \psi,$$

ψ étant le potentiel des vitesses qui résulterait de l'explosion si le solide était fixe, et

$$(4) \qquad \varphi = \varphi_1 u + \varphi_2 v + \varphi_3 w + \varphi_4 p + \varphi_5 q + \varphi_6 r$$

le potentiel qui donnerait la vitesse du liquide si l'on imprimait directement au solide la vitesse inconnue (u, v, w, p, q, r).

» Si, dans les expressions (1) et (2), on remplace Φ par sa valeur (3), qu'aux environs du centre d'explosion on développe ψ en une série de fonctions sphériques $\frac{m}{R} + Y_0 + Y_1 R + \ldots$, et que l'on pose

$$(5) \qquad T_1 - \frac{\mu}{2} \int_S \varphi \frac{d\varphi}{dN} dS = \mathfrak{T},$$

l'expression à rendre minimum prendra la forme

$$(6) \qquad \mathfrak{T} - \frac{\mu}{2}\left(\frac{4\pi m^2}{R} - 4\pi m Y_0 - 4\pi m \varphi + \int_S \psi \frac{d\varphi}{dN} dS\right).$$

(On voit que $\mathfrak{T}$ est une forme quadratique des six inconnues u, v, w, p, q, r.)

» Le théorème de Green, appliqué aux deux fonctions φ et ψ, donne

$$4\pi m \varphi = -\int_S \psi \frac{d\varphi}{dN} dS,$$

relation qui se décompose en six autres

$$(7)\quad \begin{cases} 4\pi m\varphi_1 = -\int_S \psi\cos(N,x)\,dS, & 4\pi m\varphi_4 = -\int_S \psi[y\cos(N,z) - z\cos(N,y)]\,dS, \\ 4\pi m\varphi_2 = -\int_S \psi\cos(N,y)\,dS, & 4\pi m\varphi_5 = -\int_S \psi[z\cos(N,x) - x\cos(N,z)]\,dS, \\ 4\pi m\varphi_3 = -\int_S \psi\cos(N,z)\,dS, & 4\pi m\varphi_6 = -\int_S \psi[x\cos(N,y) - y\cos(N,x)]\,dS, \end{cases}$$

où les valeurs de φ_1, φ_2, φ_3, φ_4, φ_5, φ_6 se rapportent au centre d'explosion.

» Ces six relations montrent que la connaissance de la seule fonction ψ, pour toutes les positions possibles du centre d'explosion, suffirait pour résoudre complètement le problème proposé. Inversement, si l'on cherche seulement la vitesse imprimée au solide, sans se préoccuper du mouvement du liquide, elles permettent d'éliminer ψ. Les six inconnues u, v, w, p, q, r sont données par six équations du premier degré dont les coefficients ne dépendent que de φ_1, φ_2, φ_3, φ_4, φ_5, φ_6

$$(8)\quad \begin{cases} \frac{1}{\mu}\frac{\partial \mathfrak{T}}{\partial u} = -4\pi m\varphi_1, & \frac{1}{\mu}\frac{\partial \mathfrak{T}}{\partial v} = -4\pi m\varphi_2, & \frac{1}{\mu}\frac{\partial \mathfrak{T}}{\partial w} = -4\pi m\varphi_3, \\ \frac{1}{\mu}\frac{\partial \mathfrak{T}}{\partial p} = -4\pi m\varphi_4, & \frac{1}{\mu}\frac{\partial \mathfrak{T}}{\partial q} = -4\pi m\varphi_5, & \frac{1}{\mu}\frac{\partial \mathfrak{T}}{\partial r} = -4\pi m\varphi_6. \end{cases}$$

» J'ai fait l'application de cette théorie à l'ellipsoïde et au disque elliptique flottants. J'indiquerai seulement ici les résultats relatifs à une sphère solide de rayon a, à demi immergée dans un liquide pesant qui remplit la moitié de l'espace, le centre d'explosion se trouvant à une profondeur h sur la verticale Oz abaissée du centre O de la sphère. On a visiblement $u = v = p = q = r = 0$, et l'on trouve

$$(9)\quad \begin{cases} w = \frac{2m}{h^2}, \qquad \varphi = -\frac{m}{2}\frac{a^3}{\rho^3}\frac{z}{h^2}, \\ \psi = \frac{m}{a}\left\{ \begin{array}{l} \frac{a}{r} + \frac{h'}{r'} - \frac{1}{4}\log\frac{r' - z + h'}{\rho - z} \\ -\frac{a}{r_1} - \frac{h'}{r'_1} + \frac{1}{4}\log\frac{r'_1 + z + h'}{\rho + z} \end{array} \right\} \qquad (hh' = a^2), \end{cases}$$

ρ, r, r', r_1, r'_1 désignant les distances d'un point quelconque du liquide respectivement au centre de la sphère, au centre d'explosion, au conjugué du centre d'explosion par rapport à la sphère, au symétrique du centre d'explosion par rapport à la surface libre et au conjugué de ce dernier point par rapport à la sphère.

» On voit que la vitesse w avec laquelle la sphère est projetée est indépendante du rayon.

» Les parois planes fixes produisent des effets de répercussion que l'on peut calculer à l'aide du principe des images. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la nature des phénomènes électrocapillaires.* Note de M. VASCHY, présentée par M. A. Cornu.

« On sait que la tension superficielle A de deux liquides au contact est liée à leur différence de potentiel x par la relation

$$(1) \qquad -\frac{d^2A}{dx^2} = C,$$

C désignant la capacité de polarisation voltaïque de la surface de contact, comme l'a montré M. Lippmann grâce à certaines hypothèses. C étant constant dans d'assez larges limites, la relation (1) donne par intégration

$$(2) \qquad A = A_m - \tfrac{1}{2}C(x - x_0)^2,$$

A_m et x_0 étant des constantes. On interprète cette formule en admettant que $(x - x_0)$ représente la différence vraie de potentiel V au contact, et que A_m est la tension superficielle due aux actions moléculaires, les actions électriques ayant pour effet de la réduire de la valeur

$$(3) \qquad \tfrac{1}{2}CV^2 = -A_e.$$

» On peut retrouver ces résultats par la méthode suivante. Soient deux feuillets magnétiques S_1 et S_2 tels, que la variation brusque de potentiel existant à la surface de chacun d'eux soit égale à V. Leur action réciproque se calculera comme celle de deux courants, d'intensité $i = \frac{V}{4\pi}$, qui suivraient leurs contours dans le sens indiqué par la règle d'Ampère. Cette action est, toutes choses égales d'ailleurs, proportionnelle à V^2, que les feuillets soient constitués par des couches magnétiques réelles, ou que la variation V de potentiel soit due à toute autre cause. Cela est vrai à la limite lorsque les contours Σ_1 et Σ_2 se rapprochent indéfiniment et viennent se confondre en un seul Σ, les feuillets S_1 et S_2 formant ainsi deux parties contiguës et raccordées d'un feuillet uuique S. Comme, d'après la règle

d'Ampère, les courants $i=\frac{V}{4\pi}$, infiniment rapprochés, sont de sens contraires, ils se repoussent. Il en résulte que deux parties contiguës d'une surface S, sur laquelle existe une variation brusque de potentiel V, exercent l'une sur l'autre une répulsion qui, par unité de longueur de la ligne de séparation Σ, sera de la forme $\frac{1}{2}CV^2$, C étant une constante aux divers points de la surface si l'état de celle-ci est uniforme. Ceci s'appliquera évidemment au cas où V est une différence de potentiel électrique et où S est la surface de contact de deux corps quelconques.

» On peut aller plus loin et calculer le coefficient C en introduisant une hypothèse, savoir que la surface S possède une épaisseur ε extrêmement faible et que la variation V de potentiel se produit d'une manière continue et uniforme dans l'épaisseur ε. On trouve alors $C=\frac{1}{8\pi k\varepsilon}$, k désignant le coefficient de la formule fondamentale d'Électrostatique; et C ne serait autre chose que la capacité de polarisation voltaïque.

» L'hypothèse précédente revient du reste à considérer les deux corps au contact comme formant un condensateur, dont la lame diélectrique aurait une épaisseur ε. Si l'on considère, sur les deux corps respectivement, les bases σ et σ' d'un tube de force, soumises aux pressions électriques opposées $p\sigma$ et $p'\sigma'$, l'ensemble de ces deux éléments subira une poussée égale à $(p\sigma-p'\sigma')$ dans le sens de σ vers σ', c'est-à-dire vers la convexité de la surface de contact, si $\sigma'>\sigma$. La courbure de la surface étant $\left(\frac{1}{R}+\frac{1}{R'}\right)$, on trouve, tous calculs faits, pour la poussée par unité de surface, en remarquant que $p\sigma^2$ est égal à $p'\sigma'^2$,

$$\frac{p\sigma-p'\sigma'}{\sigma}=p\varepsilon\left(\frac{1}{R}+\frac{1}{R'}\right)=\frac{V^2}{8\pi k\varepsilon}\left(\frac{1}{R}+\frac{1}{R'}\right).$$

On conclut de là, par une démonstration connue, l'existence d'une tension superficielle négative égale à

$$A_e=-\frac{V^2}{8\pi k\varepsilon}=-\tfrac{1}{2}CV^2,$$

ce qui confirme le résultat trouvé plus haut.

» La considération de l'épaisseur ε, quoique hypothétique, s'impose par raison de continuité, la variation V ne devant pas être absolument brusque. L'expérience montre que ε varie peu avec V, malgré les énormes pressions électrostatiques qui attirent les deux corps l'un vers l'autre

(exemple : $\varepsilon = \frac{1^{mm}}{34000000}$, $p = 52000^{atm}$ pour $V = 1^{volt}$). Toutefois, il n'y a pas de raison pour que l'épaisseur ε soit uniforme ; au contraire, elle doit être irrégulière, en raison de la discontinuité des molécules.

» En s'affranchissant de l'hypothèse de l'uniformité de l'épaisseur ε, on arrive à un résultat remarquablement simple. Considérons un tube de force limité, comme précédemment, aux bases σ et σ'. Dans la théorie des actions de proche en proche, ce tube ne subit sur ses bases aucune action de la part des corps conducteurs, dont les potentiels sont constants ; mais il est soumis sur ses faces latérales à une pression, que nous désignerons par P par unité de longueur du périmètre de base. Cette pression ou répulsion est exercée par les tubes de force contigus, suivant les idées de Faraday et de Maxwell. *La tension superficielle négative* A_e, *due à la différence de potentiel de deux corps au contact, ne serait donc autre chose que la pression transversale développée dans le diélectrique interposé entre les deux corps*. Si ε était constant, on retrouverait la formule $P = \frac{V^2}{8\pi k \varepsilon}$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le camphol racémique et certains de ses dérivés.* Note de M. **Alb. Haller**, présentée par M. Pasteur.

« Dans ma dernière Communication sur les camphols ([1]), j'ai fait remarquer certaines anomalies observées dans les points de fusion du camphre monobromé et de l'acide camphorique, dérivés du camphol de succin. J'ai, de plus, appelé l'attention sur les difficultés que présente la préparation de ce composé bromé.

» Ces anomalies m'ont d'abord fait supposer que le camphol de succin était un isomère chimique des autres camphols, et ce n'est qu'à la suite des recherches que je vais avoir l'honneur d'exposer à l'Académie que je suis arrivé à une conclusion différente.

» Pour résoudre la question, j'ai préparé le camphol, le camphre, son dérivé monobromé et l'acide camphorique inactifs par compensation. Les trois derniers composés ont été obtenus de deux manières différentes : 1° en mélangeant parties égales du droit et du gauche; 2° en partant d'un camphol racémique, l'oxydant pour obtenir du camphre dont une partie

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CIV, p. 68.

a ensuite été transformée en camphre monobromé, tandis que l'autre a été oxydée au moyen de l'acide azotique pour arriver à l'acide camphorique.

» La préparation du camphre et de l'acide camphorique par ce dernier procédé se fait sans difficulté. Il n'en est pas de même du dérivé bromé. Quand on traite le camphre racémique par la quantité théorique de brome, en se plaçant dans les mêmes conditions qu'avec le camphre droit ou gauche, on n'obtient qu'une masse butyreuse difficile à purifier. Le rendement est, en outre, inférieur à celui qu'on obtient avec les corps droit ou gauche. On a eu beau varier le mode opératoire, le résultat est resté le même. Ainsi, nous basant : 1° sur les recherches de MM. Berthelot et Jungfleisch ([1]), relatives aux chaleurs de dissolution des acides tartrique et racémique, recherches desquelles ces savants concluent qu'il paraît probable qu'en dissolution étendue l'acide racémique se trouve dédoublé en acide droit et gauche ; 2° sur les déterminations cryoscopiques que, sur l'invitation de M. Bichat, M. Raoult ([2]) a bien voulu faire sur les mêmes acides, déterminations qui le conduisent aux mêmes conclusions ; 3° sur des mesures de conductibilité électrique exécutées par M. Bichat ([3]) sur ces mêmes corps, et dont les résultats l'amènent également aux conclusions énoncées ci-dessus ; 4° enfin, sur l'analogie qui existe entre ces racémiques et ceux que nous étudions, nous avons fait réagir le brome sur une solution *chloroformique de camphre racémique*. Malgré cette modification apportée à notre mode opératoire, nous obtenions toujours, comme produit final de la réaction, une masse onctueuse difficile à purifier et relativement pauvre en camphre monobromé racémique.

» Ce fait n'est d'ailleurs pas unique ; on sait en effet que, lorsqu'on veut préparer directement et non par mélange certains dérivés racémiques, on se heurte à des difficultés qui souvent sont insurmontables. M. Piuti, dans ses recherches sur l'asparagine, a essayé de faire la synthèse d'une asparagine inactive par compensation en traitant l'éther aspartique inactif par de l'ammoniaque. Ses tentatives ont échoué et cependant il a obtenu facilement une asparagine active en partant d'un éther aspartique actif.

» Quoi qu'il en soit de ces particularités si intéressantes, nous allons,

---

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 711.

([2]) *Zeitschrift für physikalische Chemie*, 4e Heft, 1887. *Comptes rendus*, t. CIII, p. 137.

([3]) Ces recherches sont encore inédites. M. Bichat a bien voulu nous en communiquer les résultats.

dans le Tableau ci-dessous, donner les points de fusion des dérivés obtenus par les deux méthodes signalées plus haut et nous allons les comparer aux points de fusion des mêmes dérivés droits ou gauches.

Dérivés.	Préparés par mélange. Points de fusion.	Préparés en partant d'un camphol racémique. Points de fusion.
Camphol racémique	210,3	
Camphre racémique	178,6	178,8
Camphre monobromé racémique	51,1	51,1
Acide camphorique	204,8	205,2

	Points de fusion.
Camphol droit ou gauche	208° à 210°
Camphol droit ou gauche	177 à 178
Camphre monobromé droit ou gauche	76
Acide camphorique droit ou gauche	187

» Ces points de fusion montrent d'abord que les racémiques obtenus par les deux procédés sont identiques; en second lieu, qu'il existe une différence très grande entre les points de fusion des acide camphorique et camphres monobromés racémiques et ceux des droits ou gauches correspondants.

» Il convient encore de remarquer que la solubilité n'est pas la même. Le camphre monobromé racémique est beaucoup plus soluble dans l'alcool que l'analogue droit ou gauche. Pour l'acide camphoracémique, c'est l'inverse qui a lieu, comme l'a d'ailleurs déjà démontré M. Chautard.

» Les données qui précèdent nous autorisent maintenant à considérer avec certitude le camphol de succin comme un mélange de camphol droit et de camphol gauche, où le premier domine.

» Nous continuons cette étude des racémiques dérivés des camphres et espérons pouvoir sous peu en communiquer les résultats à l'Académie. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la synthèse de la pilocarpine.* Note de MM. **Hardy** et **Calmels**, présentée par M. Troost.

« La synthèse de la pilocarpine a été obtenue en partant de l'acide β-pyridino α-lactique. Elle a lieu en deux phases :

» 1° Transformation de l'acide β-pyridino α-lactique en pilocarpidine.

» 2° Transformation de la pilocarpidine en pilocarpine.

» 1° *Transformation de l'acide β-pyridino α-lactique en pilocarpidine.* — Sur 1^{gr} d'acide β-pyridino α-lactique on mit 100^{gr} de sulfure de carbone contenant 10^{gr} de $PhBr^3$ et l'on soumit à la distillation. Le résidu rouge vif fut traité par l'eau, et la liqueur fauve obtenue, saturée par l'hydrate de baryte, dont on enleva l'excès par un courant d'acide carbonique, fut amenée à sec à une température ne dépassant pas 60°. Le résidu, purifié plusieurs fois par l'alcool, fut mis en présence de HBr et $AuCl^3$ et fournit une solution rouge vif, abandonnant par la dessiccation des agrégats de paillettes cramoisies plus solubles dans l'alcool que dans l'eau, et qu'il suffit de laver à l'eau pour les priver complètement de baryum. Le dosage du brome et celui de l'or furent exécutés sur une petite quantité de matière. Ils firent reconnaître le bromaurate normal de l'acide β-pyridine α-bromopropionique $AuBr^4H, C^8H^8BrAzO^2$. Tout le reste du sel d'or servit à la préparation de l'acide. On traita le sel d'or par H^2S au sein de l'alcool. On obtint un résidu sirupeux d'acide libre, qui fut alors dissous dans une solution de triméthylamine, et le tout fut enfermé dans un tube scellé et chauffé progressivement au bain d'huile à 150° pendant quelques heures. Le contenu du tube fut amené à sec et le résidu, repris par une solution aqueuse de carbonate de potasse, laissa surnager quelques gouttes huileuses d'alcaloïde qu'on recueillit par l'alcool éthéré et qu'on purifia par le charbon. L'étude du sel d'or modifié obtenu avec cette base montre qu'on est en présence du chloraurate modifié de pilocarpidine $AuCl^3(C^{10}H^{14}Az^2O^2)$ fusible à 144°, contenant seulement quelques traces de pilocarpine.

» 2° *Transformation de la pilocarpidine en pilocarpine.* — Cette réaction offre de l'intérêt parce qu'il faut rendre un seul des azotes tertiaires de la pilocarpidine, l'azote extra-pyridique, pentavalent par l'addition d'un méthylhydrate (place 2), et maintenir tertiaire l'azote pyridique (place 1). La pilocarpidine, maintenue en solution alcoolique avec CH^3I en excès à 60°, en absorbe rapidement une seule molécule, et le résultat n'est pas différent quand on chauffe à 100° cette même solution. L'iodométhylate difficilement cristallisable, traité successivement par $AuCl^3$, fournit un précipité huileux, jaune pâle, cristallisant du jour au lendemain en un magma de grandes aiguilles prismatiques enchevêtrées, fusibles à 152°-153° ($AuCl^4CH^3, C^{10}H^{14}Az^2O^2$). Une seule fusion suffit pour lui faire perdre CH^3Cl. On abandonne à la cristallisation. Le produit fond à 144°, point de fusion du chloraurate modifié de pilocarpidine.

» La pilocarpidine en solution méthylique concentrée, employée pour

ne pas laisser trop élever la température additionnée d'un excès de CH^3I, puis peu à peu de KOH en fragments, absorbe CH^3I (place 1) et CH^3, OH (place 2). L'iodométhylate est obtenu en traitant la liqueur par CO^2 et en récupérant la couche alcoolique surnageante. Il est identique à celui obtenu en faisant absorber CH^3I à la pilocarpine en solution alcoolique à 60°. Le méthylhydrate de pilocarpidine obtenu par AgOH et l'iodométhylate correspondant, porté à l'ébullition au sein de l'eau, fournit de la pilocarpidine. Il a été impossible d'enlever nettement CH^3, OH (1) et laisser en place le méthylhydrate (2). Pourtant l'enlèvement du méthylhydrate (1) précède l'enlèvement du méthylhydrate (2); car, dans les réactions incomplètes, on peut séparer de petites quantités de pilocarpine de la masse de pilocarpidine formée.

» Ces méthodes n'ayant pas conduit au résultat cherché, on a eu recours à l'oxydation pour détruire exclusivement le méthylhydrate (1). Pour la limiter à ce point, on a choisi comme moyen d'oxydation le permanganate d'argent. Par sa réaction sur l'iodométhylate de pilocarpidine, il engendre un groupe instable $\overset{Az^{(1)}}{\overset{\diagup\ \diagdown}{CH^3\ \ MnO^4}}$, se détruisant lui-même à l'exclusion des autres éléments de la pilocarpidine. L'iodométhylate en solution aqueuse est additionné de permanganate d'argent jusqu'à la précipitation de la plus grande partie de l'iode. L'oxydation est instantanée et il ne reste plus en solution que de l'acide formique et de la pilocarpine. En récupérant par l'alcool la pilocarpine détachée de l'eau par CO^3K en poudre, celle-ci fournit un chloraurate $AuCl^3C^{11}H^{16}AzO^2$ fusible à 88°, comme celui préparé directement avec la pilocarpine naturelle.

» Remarquons, en terminant, qu'on observe fréquemment des sels gommeux avec les divers produits obtenus dans la synthèse de la pilocarpidine et de la pilocarpine, et surtout avec le mélange de la pilocarpidine et de la pilocarpine, fait déjà entrevu par MM. Harnack et Meyer pour la pilocarpine naturelle. Ce phénomène, à peu près limité aux sels d'or, diffère de la production de la jabonine, et consiste seulement en une modification physique qui se produit quand on chauffe au-dessous de 100°, température insuffisante pour les modifier chimiquement. Il est donc fort différent de la production chimique de la jabonine. Le traitement au noir animal, le séjour dans la glace, la précipitation lente en solution étendue, surtout en présence d'acide azotique qui retarde la précipitation, ramènent l'état cristallin primitif.

» Nous avons complété cette étude par quelques expériences physiolo-

giques dont voici le résultat : 1° une canule ayant été introduite dans le conduit sécréteur de la glande sous-maxillaire d'un chien, nous avons vu se produire, à la suite d'une injection intra-veineuse d'une petite quantité de pilocarpine de synthèse, un écoulement très abondant et persistant de salive, en tout semblable à ce que donne la pilocarpine naturelle.

» 2° Quelques gouttes versées sur le cœur d'une grenouille préalablement mis à nu en arrêtent les mouvements, qui reparaissent sous l'influence d'un peu de solution d'atropine. »

ZOOLOGIE. — *Faune malacologique de l'étang de Berre*. Note de M. **A.-F. Marion**, présentée par M. Blanchard.

« Les diverses espèces de Mollusques de l'étang de Berre donnent, aussi bien que les Poissons, par leur physionomie propre et par leur mode d'association un cachet spécial à cette région marine. Partout, depuis le goulet d'entrée jusqu'au fond de l'étang, les parties émergées du littoral sont habitées par la vulgaire *Littorina neritoides* L. Dans les stations les plus éloignées de la « grande mer » on trouve sur le bord *Truncatella truncatula* Dr., *Alexia myosotis* Dr., et dans les eaux le moins salées le *Paludestrina acuta* Dr.

» Les espèces immergées sont plus étroitement parquées. L'étang de Caronte, faisant communiquer l'étang de Berre avec la mer, possède quelques Mollusques qui ne pénètrent pas plus loin. Sur les pierres qui bordent le front des Bordigues de Navillon et de Canal-Vieil, vers Port-de-Bouc, la *Patella cœrulea* L. prospère encore dans des eaux qui souvent ne marquent que 2° B., qui peuvent même descendre à une densité inférieure sous l'influence des courants du Rhône, mais qui quelquefois en été atteignent et dépassent 3° B. Sur le fond vaseux du canal maritime on drague, associés au *Mytilus galloprovincialis* Lmk, au *Nassa reticulata* L., au *Cyclonassa neritea* L., aux *Tapes aureus* Gml et *petalinus* Lmk, des *Philine aperta* Lmk, de très petits *Murex erinaceus* Kol. et quelques *Turritella communis* Risso. Ces trois Gastéropodes arrivent dans Caronte à l'extrême limite de leur aire de dispersion.

» On doit distinguer dans l'étang de Berre proprement dit quatre stations différentes : une zone littorale dans les endroits rocheux et couverts d'herbes, une région des plages sableuses basses, les prairies de zostères qui de la côte s'étendent jusqu'à 5^m ou 6^m, enfin les fonds sablo-vaseux du milieu de l'étang de 5^m à 10^m.

» La zone littorale ordinaire est surtout riche dans les environs de Martigues; on y trouve : *Mytilus galloprovincialis* Lmk, *Trochus adriaticus* Ph., *Rissoa lineolata* Mich., *Rissoa oblonga* Desm., *Cyclonassa neritea* L., *Loripes lacteus* Leach, *Cardium exiguum* Gml., *Chiton marginatus* Penn. A mesure qu'on se rapproche du fond de l'étang, où les eaux diminuent considérablem ent de salure, le *Chiton* disparaît ainsi que le *Trochus*, tandis que les *Cyclonassa* et les *Rissoa oblonga* se multiplient davantage et que la *Syndosmya alba* S. Wood. se manifeste.

» Sur les plages sableuses, le *Cyclonassa* persiste, mais subordonné aux Lamellibranches : *Corbulomya mediterranea* da Costa, *Tellina exigua Bourguignati* Locard, *Syndosmya ovata* Ph., *Cardium Lamarckii* Reeve.

» Les prairies de *Zostera marina*, qui couvrent de grands espaces le long de la côte, offrent partout une physionomie uniforme. Le *Mytilus galloprovincialis* s'y montre, mais en petites quantités; au contraire, la petite espèce *Mytilus cylindraceus* Requien, appelée *musclé fer* par les pêcheurs, devient très abondante. Les *Rissoa oblonga* de grande taille dominent aussi jusque dans les eaux presque douces. On reconnaît encore : *Cardium exiguum* Gml., *Bittium paludosum* Monteros., *Cyclonassa neritea* L., *Nassa reticulata* L., *Rissoa lineolata* Mich.

» Les fonds sablo-vaseux qui succèdent à ces « herbiers » et qui forment le centre de l'étang, depuis 5^{m} jusqu'à 10^{m}, sont les plus remarquables, à cause des bancs épais de *Mytilus galloprovincialis* qui les occupent. Ces bancs de Moules, exploités depuis des siècles, se maintiennent malgré une pêche intensive et contre les effets défavorables de la stagnation et du dessalement des eaux qui se produisent de temps à autre. Ces causes de dépopulation, auxquelles nos Moules résistent et qui sont la conséquence des atterrissements de Caronte et de Port-de-Bouc, ont été funestes à deux bivalves qui, autrefois, prospéraient dans l'étang, dont les valves corrodées se montrent à chaque coup de drague et que l'on retrouve parmi les débris de cuisine des stations gallo-romaines sises sur les bords de la lagune. Ces deux Lamellibranches sont le *Pecten glaber* L. et le *Modiola adriatica* Lmk. On peut encore remarquer que l'*Ostrea edulis* est à peu près dans les mêmes conditions, bien que quelques exemplaires vivants existent encore dans l'étang, principalement vers Martigues et dans Caronte. Au milieu des bancs de Moules et quelquefois aussi en dehors d'eux, dans des espaces plus sableux, se montrent les espèces suivantes : *Gastrana fragilis* L., *Loripes lacteus* Leach, *Cardium Lamarckii* Reeve, *Mytilus cylindraceus* Requien, *Tapes aureus* Gml., *Tapes petalinus* Lmk, *Tapes texturatus* Lmk, *Bittium*

paludosum Monter., *Nassa reticulata* L., *Corbula gibba* Olivi, *Rissoa oblonga* Desm., *Cyclonassa neritea* L.

» Parmi ces divers Mollusques, le *Mytilus galloprovincialis* seul donne quelque produit aux pêcheurs qui, sans s'occuper d'aucune culture, draguent les bancs naturels. Les quantités recueillies ainsi chaque année dans tout l'étang de Berre atteignent 716000^{kg}, et cependant cette récolte ne laisse que de faibles bénéfices aux matelots.

» Le prix moyen d'achat aux pêcheurs ne dépasse pas $0^{fr},05$ le kilogramme, et, comme la récolte se rapporte à environ quatre-vingts bateaux, la part de chacun est réellement infime et ne compense guère les fatigues, souvent rudes, de la drague ou du râteau. Il est juste de dire que ces Moules sont maigres. Elles s'améliorent notablement lorsqu'elles sont établies à la surface et non plus sur les fonds stagnants. Il est fâcheux que les expériences de culture sur des fascines et sur des cordes en fibres de coco, dont les bons résultats ont été reconnus, n'aient point décidé les pêcheurs à pratiquer en grand des travaux de ce genre. La mytiliculture peut devenir une industrie florissante et peu pénible dans l'étang, où les jeunes Moules recouvrent absolument tous les corps immergés au moment de la reproduction, en mars, avril, mai, et où la croissance de ces mollusques est très rapide.

» Il faut ajouter que, malgré l'insuccès de certains essais peu méthodiques, l'élevage des huîtres pourrait être entrepris avec des soins spéciaux dans quelques stations, principalement vers l'ouverture du goulet de Caronte. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur l'origine des Bilobites striés.* Note de M. Ed. Bureau.

« On rencontre parfois des Bilobites qui semblent sortir brusquement du grès, forment de ce côté une saillie plus ou moins forte, puis diminuent graduellement d'épaisseur, comme s'ils se disposaient à rentrer très obliquement dans la roche par leur autre bout. Dans ce cas, sur le moulage en creux, on voit distinctement que la partie postérieure de la piste, celle qui a été tracée la première et qui a commencé brusquement, est rayée de sillons presque transversaux, tandis que plus loin, à mesure qu'on avance vers la partie antérieure, les sillons reprennent graduellement une direction oblique, ou, plus rarement, longitudinale.

» Comment expliquer cette disposition, que j'ai observée dans tous les cas où j'ai pu voir le commencement abrupt d'une piste?

» La manière dont la piste commence montre que l'animal, pendant qu'il nageait, a dû rencontrer le sol sous un angle très ouvert, ou même presque droit; il se lançait donc, si je puis ainsi dire, tête baissée vers le fond de l'eau. C'est l'allure de tous les animaux nageurs qui cherchent leur nourriture sur ou dans la vase. Les innombrables traces d'Annélides qui accompagnent les Bilolites, Annélides qui pouvaient offrir à un animal carnassier une abondante pâture, sont là pour nous indiquer à quel genre de chasse l'être qui a produit les pistes en question pouvait se livrer. Or un animal nageur qui veut atteindre le fond de l'eau, à quelque classe qu'il appartienne, doit porter ses membres natatoires aussi en dehors que possible, et tendre à les amener dans un plan longitudinal passant au milieu de l'épaisseur du corps, du côté droit au côté gauche. Le corps est ainsi poussé en ligne droite. Plus les mouvements se produisent en avant de ce plan, et plus au contraire le corps a de tendance à basculer et à remonter à la surface. L'animal des Bilobites n'a pas échappé à ces conditions mécaniques de la nage : il a porté, pour plonger, ses membres très en dehors, a écarté autant qu'il pouvait leur extrémité de la ligne médiane du corps, et il est clair que, dans ces mouvements, en rencontrant le sol, il devait tracer des stries presque transversales; mais bientôt la résistance offerte par la vase l'obligeait à changer de direction, à revenir à son allure habituelle, et alors les sillons tracés devaient reprendre peu à peu l'obliquité ordinaire. C'est précisément ce qu'on voit sur les pistes reproduites au moyen du moulage en plâtre. J'ai pu facilement observer ces faits sur plusieurs *Cruziana furcifera* de Bretagne et sur un *C. Vilanovæ* d'Almaden.

» C'est sur le moulage du *C. Goldfussi* qu'on peut le mieux étudier un détail très important d'organisation : je veux parler d'un sillon correspondant à une saillie marginale du Bilobite et tracé, d'après M. Nathorst, sur le sol ancien, par le bord d'une carapace. Le moule en plâtre montre ce sillon de la manière la plus nette et donne la preuve qu'il est formé par un organe différent de celui qui a tracé les stries obliques; car on le voit couper et effacer ces stries près de leur extrémité extérieure; quelques-unes, presque oblitérées, se reconnaissent encore en dehors du sillon. L'explication donnée par M. Nathorst paraît donc bien exacte. On peut même s'assurer que la carapace traînait sur le sol en arrière des pattes les plus longues, de celles qui ont laissé leur empreinte.

» Pour l'étude de cette carapace, les moulages faits sur les Bilobites les

plus saillants sont particulièrement instructifs. Le plâtre montre alors que cette saillie répond aux cas où l'animal s'est enfoncé profondément dans la vase en creusant une sorte de fossé. Sur un moulage remarquable, exécuté par M. Stahl, on voit sur le bord extérieur du fossé une crête formée par la vase refoulée en dehors; au fond et immédiatement en dedans du sillon tracé par le bord de la crapace est un petit bourrelet saillant dû à la vase rejetée de ce côté; ce bourrelet, formé après le passage des pattes, recouvre sur un étroit espace les stries qu'elles ont laissées. Une des parois latérales du fossé, qui est restée intacte, porte des traces manifestes d'un frottement longitudinal, mais n'est nullement burinée, comme elle l'eût été certainement si la face extérieure de la carapace eût été munie de protubérances et d'épines. On peut donc reconnaître que cette carapace était lisse.

» Un animal marin pourvu d'une carapace à bord inférieur mince et comme tranchant ne peut être cherché que parmi les classes des Crustacés et des Pœcilopodes; mais cette dernière se trouve écartée par ce fait que pas plus dans les genres fossiles que dans le genre vivant qui la composent les pattes ne portent les nombreuses ramifications que nous savons avoir existé chez l'animal des Bilobites striés. Celui-ci était donc un Crustacé, et, en raison de la conformation de ses membres, on ne peut le rapporter qu'à l'ordre des Phyllopodes ou à celui des Ostracodes, les seuls où l'on trouve des pattes à ramifications multiples.

» On peut même aller plus loin dans cet essai de détermination. Les Ostracodes paléozoïques, dont quelques espèces sont très grandes, avaient, comme leurs analogues actuels, le corps enfermé entre deux valves qui ne laissaient entre leurs bords libres qu'une fente étroite, pour le passage des membres natatoires. Ils n'auraient pu tracer sur la vase de larges sillons bilobés. Au contraire, ces sillons pouvaient facilement être produits par des Phyllopodes; car les plus anciens animaux de cet ordre avaient, comme la plupart des espèces actuelles, une carapace en bouclier recouvrant seulement les parties dorsale et latérales du corps, et laissant à nu la partie inférieure munie de membres dont l'extrémité pouvait se diriger librement dans tous les sens.

» L'étude détaillée des pistes nous amène donc à regarder l'animal auteur des *Cruziana* comme appartenant à la classe des Crustacés et à l'ordre des Phyllopodes. Il n'est pas encore possible d'aller au delà et de parvenir à une détermination générique. Tout ce qu'on peut dire, c'est que l'animal qui a tracé les petits Bilobites striés désignés sous le nom de

Crossochorda scotica était fort différent de celui qui a produit les *Cruziana*, bien qu'appartenant au même ordre. Chaque coup de patte de *Crossochorda* n'a jamais tracé plus de quatre sillons. Il y avait donc aux pattes rameuses quatre appendices seulement, comme dans les *Apus* actuels, mais bien plus régulièrement espacés. »

PHYSIOLOGIE. — *Relations du travail musculaire avec les actions chimiques respiratoires*. Note de MM. **M. Hanriot** et **Ch. Richet**, présentée par M. Richet.

« L'importante question du rapport qui unit le travail mécanique effectué avec le travail chimique intra-musculaire n'a pas reçu, semble-t-il, de solution précise. A l'aide de notre nouvelle méthode de dosage des gaz de la respiration, nous avons repris cette étude, et nous avons pu établir quelques données numériques certaines, un peu différentes des résultats généralement admis (¹).

» Quoique Lavoisier ait admirablement posé le problème et même quoiqu'il ait fait deux expériences pour essayer de le résoudre (²), peu de physiologistes s'en sont occupés. En calculant les quantités de calories dégagées théoriquement par les aliments et en tenant compte des travaux mécaniques effectués, M. Helmholtz a conclu que le travail mécanique extérieur était le cinquième du travail chimique. M. Joule admet que c'en est le quart (³); M. Danilewsky dit le septième. Mais ce sont là des méthodes très indirectes.

» M. Heidenhain (⁴), M. Fick (⁵), M. Danilewsky (⁶) ont mesuré simultanément le travail mécanique effectué et la chaleur dégagée; ils pouvaient ainsi établir le rapport du travail mécanique extérieur avec la chaleur dégagée. Mais, malgré la précision des mensurations thermo-élec-

---

(1) Voir nos Communications précédentes (*Comptes rendus*, 14 février, 9 mai et 27 juin 1887).

(2) Lavoisier, *Œuvres complètes*, t. II, p. 696, édit. de 1862.

(3) Voir Fick, *Mechanische Arbeit und Wärmeentwicklung bei der Muskelthätigkeit*, p. 231. Leipzig, 1881.

(4) *Wärmeproduction und Arbeitsleistung* (*Arch. de Pflüger*, t. XXX, p. 196).

(5) *Mechanische Leistung, Wärmeentwicklung und Stoffumsatz bei der Muskelthätigkeit*. Leipzig, 1864.

(6) *Wärmeentwicklung bei Muskelzuckung* (*Arch. de Pflüger*, t. XVI, p. 59).

triques, il s'agit, dans leurs expériences, de chiffres absolus tellement faibles qu'on ne peut guère considérer leurs résultats comme définitifs. Ils admettent, en effet, tantôt que le travail mécanique est la totalité (Heidenhain), tantôt le cinquième (Fick), tantôt la moitié (Danilewsky) du travail chimique intérieur.

» M. Hirn [1] est le seul qui ait envisagé le problème sous toutes ses faces; mais sa méthode, irréprochable en théorie, ne paraît d'une sensibilité suffisante, ni au point de la mesure calorimétrique, ni au point de vue du dosage des gaz expirés. D'ailleurs, il n'a fait qu'un petit nombre d'expériences. Il a été amené à conclure que le travail effectué représente le quart de l'action chimique intra-musculaire.

» Dans nos expériences, nous n'avons pas mesuré la chaleur dégagée, mais seulement le travail chimique et le travail mécanique. Nous avons fait exécuter à un même individu un travail mécanique déterminé, consistant à soulever un poids de 18^{kg} à une hauteur de $0^{m},50$, puis à le laisser retomber à terre. Ainsi chaque soulèvement représente un travail de $9^{kgm},5$.

» En même temps, nous mesurions ses échanges respiratoires. Comme nous avions soin, avant et après cette mesure, de prendre ses échanges respiratoires normaux, il est clair que la différence entre la respiration normale et la respiration pendant le travail mesure le travail chimique final, qui répond au travail mécanique effectué.

» La moyenne de plusieurs séries d'expériences, aussi concordantes qu'on peut l'espérer en un sujet dépendant de tant de variables, nous donne les chiffres suivants :

Poids soulevé	5232 fois		
Ventilation excédante	5661^{lit},	soit pour 10 poids	$10^{lit},8$
CO^2 excédant.............	$259^{lit},62$	»	$0^{lit},494$
O..			$0^{lit},326$

» La quantité excédante d'oxygène absorbé a toujours été inférieure à la quantité excédante d'acide carbonique dégagé. En outre, si l'on compare l'acide carbonique excédant à l'excédent de la ventilation, on trouve une proportion de 4,5 pour 100, qui exprime d'une manière très exacte la proportion centésimale vers laquelle tend l'air expiré, dans le travail musculaire tant soit peu énergique. Il s'agit là d'un rapport de deux différences,

(1) *Revue scientifique*, t. XXXIX, p. 681; 1887.

et trouver un chiffre aussi voisin du chiffre vrai, c'est en quelque sorte faire le contrôle sévère de nos diverses relations numériques.

» Avant de calculer la relation du travail mécanique exécuté avec les échanges respiratoires, nous devions apprécier une partie du travail qui n'est pas comprise dans le soulèvement des poids, à savoir l'élévation des bras et les mouvements du corps qui accompagnent tout exercice musculaire.

» Or, pour avoir exécuté les mouvements à vide, dans les mêmes conditions qu'avec les poids, il y a eu, par rapport à l'état de repos, pour 768 soulèvements des bras, dans cinq séries d'expériences, un excédent de production d'acide carbonique de $7^{lit},14$, et un excédent d'absorption d'oxygène de $2^{lit},03$, ce qui correspond à un excédent, pour 10 soulèvements, de $0^{lit},093$ d'acide carbonique, et de $0^{lit},025$ d'oxygène. En retranchant ces nombres des nombres précédents, nous arrivons, pour exprimer l'acide carbonique et l'oxygène répondant à 10 soulèvements, ou à 95^{kgm}, à $0^{lit},401$ pour l'acide carbonique, et $0^{lit},301$ pour l'oxygène.

» Ainsi, indépendamment de toute hypothèse sur la nature des actions chimiques qui produisent le travail mécanique et la chaleur, nous venons à cette conclusion que, pour 100^{kgm}, en chiffres ronds, nous faisons passer dans les poumons 11^{lit} d'air de plus, nous absorbons $0^{lit},300$ d'oxygène de plus, et nous dégageons $0^{lit},400$ d'acide carbonique de plus qu'à l'état de repos.

» Pour évaluer exactement la chaleur dégagée par ces actions chimiques, dont nous n'avons ici que l'un des termes, l'acide carbonique, il faudrait savoir dans quelle combinaison chimique se trouve engagé le carbone qui brûle. On admet généralement, et les expériences récentes de M. Chauveau confirment cette opinion, que c'est du glycose qui brûle. Mais, en fait d'hydrates de carbone, il n'y en a dans l'organisme qu'en quantité insuffisante pour expliquer le grand dégagement d'acide carbonique que produit toute contraction musculaire. Par conséquent, chez l'individu à jeun, ce glycose devrait se former sans cesse aux dépens d'autres substances : il ne serait donc là qu'un produit intermédiaire, provenant des graisses et de la glycérine des graisses plutôt que des matières albuminoïdes. Quoi qu'il en soit de ces hypothèses, le rapport de l'oxygène consommé à l'acide carbonique dégagé nous montre que l'équation chimique de la contraction musculaire est plus compliquée qu'une simple combustion du glycose ou de la glycérine.

» En adoptant pour le glycose le chiffre de 680^{cal} pour une molécule de 180^{gr}, nous trouvons que nos 0^{gr},800 d'acide carbonique répondent à 0,545 de glycose, soit à 2^{cal},05 ou 860^{kgm}. Le rendement réel étant dans nos expériences de 95^{kgm}, on voit que le rendement de la machine animale a été le $\frac{1}{9}$ du rendement théorique.

» Mais, comme il y a plus d'acide carbonique produit que d'oxygène consommé, notre chiffre de calories est certainement trop fort. En prenant pour base les quantités d'oxygène absorbé, et en supposant qu'il a été employé totalement à la combustion du glycose et qu'il n'y a pas eu d'autre source de chaleur, nous aurions trouvé une combustion de 0,400 de glycose et un travail de 645^{kgm}, avec un rendement réel représentant le $\frac{1}{7}$ du rendement théorique. Il est permis de supposer que le chiffre exact du rendement de la machine animale dans les conditions susdites se trouve compris entre ces deux limites de $\frac{1}{7}$ et de $\frac{1}{9}$. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur des chiens décapités (circulation et respiration).* Note de M. **Paul Loye**, présentée par M. Brown-Séquard.

« Les expériences dont j'ai l'honneur de présenter les résultats ont été exécutées au moyen d'un appareil analogue à la guillotine.

» I. *Quantité de sang perdue par l'animal décapité : 1° par la tête; 2° par le tronc.* — En recueillant avec soin et séparément tout le liquide sanguin rejeté au dehors par la tête et par le tronc, voici les chiffres que j'ai obtenus :

Numéros.	Poids du chien.	Poids du sang perdu par la tête.	Poids de la tête séparée du tronc.	Rapport du poids du sang perdu par la tête au poids de cette tête.	Poids du sang perdu par le tronc.	Poids du tronc séparé de la tête.	Rapport du poids du sang perdu par le tronc au poids de ce tronc.	Poids total du sang perdu par l'animal.	Rapport du poids total du sang perdu au poids de l'animal.
	kg	kg	kg		kg	kg		kg	
1.....	4,500	0,021	0,590	$\frac{1}{27}$	0,255	3,910	$\frac{1}{15}$	0,276	$\frac{1}{16}$
2.....	7.600	0,030	1,060	$\frac{1}{35}$	0,375	6,135	$\frac{1}{16}$	0,405	$\frac{1}{18}$
3.....	10,700	0,040	1,330	$\frac{1}{33}$	0,520	9,370	$\frac{1}{18}$	0,560	$\frac{1}{19}$
4 (1)..	4	0,008	0,550	$\frac{1}{68}$	0,105	3,450	$\frac{1}{32}$	0,113	$\frac{1}{35}$
5 (1)..	9,850	0,020	1,100	$\frac{1}{55}$	0,215	8,750	$\frac{1}{40}$	0,235	$\frac{1}{42}$

(1) Chien refroidi à 25°.

» La lecture de ce Tableau montre que, proportionnellement à son poids, le tronc perd beaucoup plus de sang que la tête : il en perd environ deux fois plus. Ce résultat était d'ailleurs facile à prévoir, à cause du fonctionnement du cœur, lequel continue, après la décapitation, à expulser le sang resté dans l'arbre circulatoire. Un autre renseignement, fourni par l'examen de ce Tableau, a trait à la taille des animaux décapités. L'hémorragie paraît être proportionnellement plus abondante chez les chiens de petite taille que chez les gros chiens.

» Enfin, nous voyons que les animaux préalablement refroidis à 25°, affaiblis par une basse température, perdent beaucoup moins de sang que les animaux décollés à température normale. Les premiers conservent dans leurs vaisseaux et dans leurs tissus une plus grande quantité de liquide sanguin que les seconds. La preuve en est, du reste, donnée à l'autopsie : les poumons de ceux-ci sont pâles et exsangues; le tissu pulmonaire des premiers est lourd, rougeâtre et congestionné.

» Si nous nous reportons aux chiffres indiqués dans les Ouvrages classiques, nous savons que, chez le chien, la masse totale du sang représente environ $\frac{1}{13}$ du poids de l'animal. Or, dans le tronc décapité, la perte de sang est de $\frac{1}{15}$ à $\frac{1}{16}$ du poids de ce tronc : c'est donc une anémie presque complète qui survient après la décollation.

» Dans la tête, au contraire, la quantité de sang perdue n'est que de $\frac{1}{30}$ environ du poids de cette partie. Aussi, à l'autopsie, les vaisseaux encéphaliques contiennent-ils encore une certaine quantité de liquide sanguin; ce liquide est du reste mélangé de bulles d'air.

» II. *Cœur et pression sanguine*. — La présence de ces bulles d'air dans les veines du cerveau autorise à penser que, malgré la privation de l'influence cardiaque, une faible circulation continue à s'effectuer dans la tête après la décollation, grâce à la contractilité artérielle.

» Dans le tronc, cette circulation persiste d'ailleurs pendant un certain temps. Au moment où la tête est tranchée, les battements du cœur s'arrêtent quelquefois brusquement pendant une seconde. Mais, aussitôt après, les contractions cardiaques augmentent de fréquence; au bout d'une minute, l'accélération s'accroît encore et le cœur bat deux et même trois fois plus rapidement qu'à l'état normal. A l'instant où les artères sont presque vides, c'est-à-dire environ deux minutes après la décollation, le nombre des battements dépasse encore de beaucoup le chiffre physiologique.

» Chez les chiens décapités, le cœur s'arrête en général définitivement

à la quatrième minute après la chute du glaive; une fois, cependant, dans mes expériences, il a cessé de battre à la douzième minute seulement.

» La pression sanguine présente un brusque abaissement au moment de la section du cou. Cette chute ne dure toutefois guère qu'une seconde. Presque aussitôt, en effet, la pression se relève; et non seulement elle se relève, mais elle dépasse même légèrement la hauteur qu'elle atteignait avant la décollation. Puis elle s'abaisse peu à peu en faisant encore quelques tentatives de relèvement; enfin, au bout d'un certain temps, au bout d'une minute et demie environ, elle tombe à zéro.

» C'est à des modifications du système nerveux que sont dus ces différents phénomènes. Le cœur reçoit des filets moteurs de deux origines et de deux natures différentes. La moelle et le grand sympathique lui apportent des nerfs accélérateurs; le pneumogastrique lui fournit des nerfs d'arrêt, des filets modérateurs. Or, au moment de la décollation, le pneumogastrique est coupé, la moelle est sectionnée : tous deux sont irrités par le passage du couteau. Le résultat de l'excitation du pneumogastrique, c'est l'arrêt du cœur et la chute de la pression sanguine; le résultat de l'excitation de la moelle cervico-dorsale, c'est l'augmentation de fréquence des battements cardiaques. Les deux excitations se manifestent donc dès que la tête est tranchée.

» Mais l'excitation est de courte durée, et, cependant, le nombre des battements du cœur reste très élevé. C'est que le pneumogastrique, le nerf d'arrêt, a perdu, après la décapitation, ses rapports avec son centre, avec la moelle allongée; il ne peut plus agir, il ne peut plus refréner les battements cardiaques. Au contraire, les filets accélérateurs ont conservé leurs relations avec leur centre, car celui-ci se trouve dans cette moelle cervico-dorsale, au-dessus de laquelle a passé le glaive de la guillotine.

» Le cœur ne peut donc plus se tenir en équilibre : ses nerfs d'arrêt étant supprimés, ses filets accélérateurs restent seuls à agir. De là cette rapide et puissante augmentation du nombre des battements.

» III. *Respiration.* — Après la décapitation, les efforts respiratoires persistent pendant deux minutes dans la tête, sous forme de bâillements, de mouvements de la bouche et des narines; mais ils disparaissent immédiatement dans le tronc de l'animal. Cependant, les tracés graphiques montrent qu'au moment de la séparation de la tête, le thorax exécute un profond mouvement inspiratoire. Cette grande inspiration, qui est suivie d'une expiration plus ou moins lente, est due à l'excitation de la moelle épinière

en arrière de la section : le nerf phrénique, les nerfs intercostaux sont, en effet, violemment excités à leurs points d'origine.

» Le tronc décapité se trouve donc dans les conditions de l'asphyxie; à cause de l'anémie, à cause de l'absence de respiration, les tissus ne peuvent plus recevoir l'oxygène nécessaire à leur fonctionnement; ils ne peuvent plus se débarrasser de l'acide carbonique dont ils sont chargés. Aussi ce tronc présente-t-il, entre autres mouvements, des convulsions asphyxiques très faciles à reconnaître.

» La tête décollée se trouve également en état d'asphyxie, et pour les mêmes raisons. Aussi certains des mouvements exécutés par cette tête sont-ils analogues à ceux que présente un animal asphyxié.

» L'asphyxie n'est cependant pas la seule cause de mort des animaux décapités. La section de la moelle cervicale peut produire une irritation capable d'aller à distance arrêter, inhiber différentes fonctions. C'est à cette section de la moelle épinière que paraît être due surtout la perte de connaissance qui survient aussitôt après la décapitation. »

PHYSIOLOGIE. — *Du mécanisme de la mort sous l'influence de la chaleur.* Note de M. **Bonnal**, présentée par M. Bouchard.

« De nos jours, et quoiqu'on puisse s'en montrer surpris, l'importance du rôle que joue l'évaporation dans la tolérance aux hautes températures est encore à établir; et Cl. Bernard, après avoir constaté que *la question traitée par Delaroche n'est pas absolument résolue, comme beaucoup de physiologistes paraissent le croire*, a soin de déclarer que ce sujet n'a pas fait l'objet de ses recherches et qu'il s'est uniquement occupé d'étudier le mécanisme de la mort sous l'influence de la chaleur.

» Les expériences qu'à mon tour j'ai entreprises ont eu pour but d'étudier à la fois et le rôle joué par l'évaporation et le mécanisme au moyen duquel la mort survient quand on soumet, durant un temps trop long, un être vivant à une température beaucoup trop élevée pour lui. Ces deux études ne peuvent être disjointes, et c'est certainement à tort que Cl. Bernard a cru pouvoir les scinder.

» J'ai expérimenté exclusivement sur l'homme, alternativement plongé dans un milieu liquide, dans une étuve sèche et dans une étuve saturée de vapeur; le corps nu et le corps enveloppé; la tête hors de l'étuve et la tête

dans l'étuve, en ayant soin de noter très exactement les perturbations physiologiques au fur et à mesure qu'elles se produisaient, condition qu'on ne peut réaliser quand on expérimente sur les animaux et sans laquelle il est impossible de trouver la solution du problème. J'ajouterai que j'ai dû expérimenter sur moi quand il s'est agi de températures très élevées; et c'est ainsi qu'il m'est arrivé de prendre des bains d'air chaud à 135° et des bains d'eau chaude à 46°, séjournant dans les uns et dans les autres quinze minutes et attendant pour en sortir le moment où la syncope allait se produire ([1]).

» Mes expériences, poursuivies pendant plus de six ans, et s'élevant à environ 130, peuvent se résumer dans les conclusions suivantes :

» De même que les observations météorologiques, les expériences dans les étuves démontrent que la vie est possible dans des milieux dont la température est supérieure à celle de l'homme. J'ai pu séjourner trois heures dans une étuve sèche à 40° sans constater parfois une élévation de plus de 0°,1 ou 0°,2 de la chaleur animale.

» La tolérance pour les hautes températures est de beaucoup plus grande dans l'air sec que dans l'air saturé de vapeur, et que dans le bain d'eau. Ainsi, il n'est pas plus pénible de séjourner quinze minutes dans une étuve sèche à 135° que de séjourner durant quinze minutes dans un bain d'eau à 46°, la tête seule émergeant de la baignoire. Cette tolérance varie d'un individu à l'autre et est intimement liée à l'état des forces. L'âge, le sexe, le poids, la constitution ne paraissent pas l'influencer.

» Un séjour, même de courte durée, dans un milieu dont la température est supérieure à celle de l'homme, a pour effet constant de provoquer une perte de poids. Cette perte est en rapport direct avec la température du milieu et la durée du séjour. A température égale, elle est beaucoup plus grande dans l'air saturé de vapeur que dans l'air chaud. Après un séjour de trois heures dans une étuve à 40°, j'ai constaté une différence de

---

([1]) Pour les instruments dont je me suis servi, voir *Comptes rendus* des 27 octobre 1879, 15 novembre 1880, 2 novembre 1885.

J'ai expérimenté sur cinq hommes et deux femmes d'âge et de poids différents. Mes expériences dans les bains saturés de vapeur ont eu lieu à Aix-les-Bains (étuve du Bouillon, temp. 42°) en octobre 1876 et 1877; et celle dans l'air sec, au Hammam de Nice. Mes expériences aux très hautes températures ont été faites en présence de MM. le Dr Balestre, professeur agrégé, Viltard, pharmacien principal, et le Dr P. Boulard. La température des bains, dans lesquels je suis entré sans transition aucune, est restée constante pendant toute la durée de l'expérience.

1100^{gr} et, chez le même sujet, une perte de 600^{gr} après un séjour de vingt-cinq minutes, dans une étuve saturée de vapeur à 41°. De plus, tandis que la transpiration s'arrête immédiatement et d'elle-même au sortir d'un bain d'air chaud à 50°, elle se continue pendant très longtemps au sortir d'un bain saturé de vapeur ou d'un bain de baignoire à 40°. Après un bain d'eau à 46°, d'une durée de quinze minutes, la transpiration a continué pendant une heure. J'étais couché et enveloppé d'un simple peignoir de toile et la perte totale a été de 2200^{gr}. C'est donc à tort que Claude Bernard a conclu de ses expériences sur les animaux que la perte de poids est nulle dans la chaleur humide.

» Quelle que soit la perte de poids subie, cette perte est récupérée après un intervalle de vingt-quatre heures, et, si elle a été considérable, les urines émises durant ce laps de temps sont presque nulles et ne réapparaissent que quand l'organisme a repris son poids normal.

» L'intensité des troubles physiologiques qu'on observe lorsque l'être vivant est soumis à une température supérieure à la sienne est d'autant plus grande que la température du milieu est plus élevée et le séjour plus long; elle est plus marquée, toutes choses égales d'ailleurs, dans le bain d'eau et dans le bain saturé de vapeur que dans l'étuve sèche.

» L'ordre dans lequel ces troubles se montrent est très variable; tantôt c'est la gêne de la respiration qui commence et tantôt l'accélération du pouls. De plus, la fréquence de la respiration et celle du pouls ne sont pas toujours en parfaite concordance.

» Quant à la chaleur animale, son élévation, *fait très important à noter*, ne se produit qu'après l'apparition des troubles physiologiques et ne les précède jamais.

» Le rôle de l'évaporation dans la tolérance aux très hautes températures me paraît à peu près nul, et pourtant la sueur est d'autant plus abondante que le danger est plus pressant, et elle ruisselle alors sur tout le corps.

» Il me paraît parfaitement établi que la mort est le résultat direct de la lésion du système nerveux grand sympathique. C'est lui, comme on le sait, qui est l'unique régulateur de toutes les fonctions indispensables au maintien de la vie; quand il se trouve vaincu dans la lutte qui lui est livrée, la respiration et la circulation s'accélèrent de plus en plus, la température s'élève et la mort survient.

» Il y a lieu d'être surpris que Claude Bernard, après avoir si magistralement établi le rôle du système nerveux et avoir déclaré qu'*il est le passage*

obligé entre l'être vivant et le monde qui l'entoure, ait oublié ces vérités irréfutables et qu'il ait attribué la mort sous l'influence de la chaleur à la perte des propriétés vitales de la fibre musculaire de la vie organique.

» Les conséquences qui découlent de la connaissance de ces faits me paraissent avoir une importance extrême au point de vue clinique. L'élévation de température que l'on constate dans les pyrexies aiguës doit être considérée comme un *effet* et non comme une *cause :* elle n'est, en un mot, qu'un *symptôme.* Si dans le traitement de quelques-unes d'entre elles et en particulier dans celui de la fièvre typhoïde, l'emploi des bains est si efficace, ce n'est pas parce qu'on obtient, grâce à eux, un abaissement de quelques degrés de la chaleur animale, mais bien parce qu'ils ont une action directe sur le système nerveux qu'ils influencent favorablement et qu'ils ramènent pour un temps plus ou moins long à son fonctionnement normal. »

ASTRONOMIE. — *Observation du bolide du 17 juin 1887.* Note de MM. **Waltner** et **Didier**, présentée par M. C. Wolf.

« Nous nous trouvions dans la rue de Rennes, allant vers la gare Montparnasse, après avoir dépassé de quelques pas la cour du Dragon, lorsque nos yeux furent soudain attirés par un météore excessivement brillant, qui apparaissait dans le ciel, à 45° de hauteur environ, au-dessus des maisons du côté gauche de la rue. Il était $7^h 45^m$ et par conséquent il faisait encore grand jour. Le bolide descendait lentement, suivant un grand cercle presque vertical, en obliquant cependant un peu vers notre droite. Au bout de cinq secondes environ, il s'éteignit sans explosion et sans bruit avant d'avoir atteint le toit des maisons.

» Le météore avait vers la base l'apparence d'un gobelet, aux contours inférieurs très nets; il s'allongeait en flamme bien définie et se terminait par une lueur diffuse rappelant une queue de comète. Les contours de la base étaient *bleutés*, la flamme *jaunâtre,* la lueur *blanchâtre.* Le diamètre de la base avait à peu près la moitié du diamètre apparent de la Lune. Le ciel était très clair et le bolide d'une puissance de lumière inouïe.

» Après son extinction, il laissa sur tout son parcours une sorte de ruban très mince relativement à la largeur du météore, blanchâtre, très légèrement ondulé, fixe et immobile, d'intensité constante, qui dura pendant plus d'une minute peut-être. L'aspect était celui d'un filet de fumée. »

M. **Daubrée**, en présentant, de la part de M. *F. de Botella*, un Ouvrage publié en langue espagnole, intitulé : *Géographie morphologique de la Péninsule; lois de distribution de ses chaînes, côtes et cours d'eau*, fait ressortir l'intérêt de ce travail.

« Une étude approfondie du réseau complexe de chaînes et de collines qui couvre l'Espagne a conduit l'auteur à en établir une répartition qui met en évidence leurs principales directions de soulèvement, d'après de nombreux alignements relevés avec grand soin. Géographiquement, ces chaînes limitent les cinq grands bassins hydrographiques du Duero, de l'Elbe, du Tage, du Guadiana et du Guadalquivir. Géologiquement et par leur orientation, elles se rattachent, d'après M. de Botella, aux grands cercles du réseau pentagonal, et leur âge, déterminé par les observations locales, se trouve rigoureusement d'accord avec celui qu'indique la théorie d'Élie de Beaumont. Au texte est jointe une carte, avec un diagramme superposé, qui représente la direction des lignes de partage des eaux, celles des fleuves et des rivières et celles des principales cassures de la Péninsule. Par une seconde carte figurant l'Espagne romane, au IVe siècle, avec la courbe de 1000^m d'altitude, M. de Botella justifie les noms les plus appropriés aux massifs montagneux. »

M. **Fokker** adresse, de Gröningue, une Note « Sur les hématocytes ».

M. **A. Fournet** adresse une Note relative à la distinction des différents genres d'astigmatisme.

M. **Le Blon**, à l'occasion des projets de signaux sonores sous-marins adressés à l'Académie, rappelle des essais qu'il a faits, dès 1877, sur des communications téléphoniques sous-marines entre navires.

M. **Aug. Joly** adresse une réclamation de priorité relative au mode d'entretien du mouvement du pendule électrique, présenté par M. *Carpentier*.

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 juillet 1887.

Œuvres complètes de Laplace; T. VII. Paris, Gauthier-Villars, 1886; in-4°.

Fondation R. Bischoffsheim. Annales de l'observatoire de Nice; par M. Perrotin; T. II. Paris, Gauthier-Villars, 1887; in-4°.

Atlas de Météorologie maritime. Paris, Gauthier-Villars, 1887; in-4°.

Sécurité dans les théâtres; par M. Émile Guimet. Lyon, imprimerie Pitrat, 1887; br. in-8°.

Bulletin du Conseil supérieur de Statistique; n° 2, deuxième session de 1886. Paris, Imprimerie nationale, 1887; in-8°. (Deux exemplaires.)

Étude de posologie hydrominérale rationnelle dans les troubles de la respiration et de la circulation; par le Dr Lahillonne. Paris, Félix Alcan, 1887; br. in-8°. (Présentée par M. le baron Larrey.)

Les eaux souterraines aux époques anciennes. Rôle qui leur revient dans l'origine et les modifications de la substance de l'écorce terrestre; par A. Daubrée. Paris, Vve Ch. Dunod, 1887; gr. in-8°.

Les eaux souterraines à l'époque actuelle. Leur régime, leur température, leur composition au point de vue du rôle qui leur revient dans l'économie de l'écorce terrestre; par A. Daubrée. Paris, Vve Ch. Dunod, 1887; 2 gr. in-8°.

Phyllades de Saint-Lô et conglomérats pourprés dans le nord-ouest de la France : cambrien, précambrien, archéen; par Edm. Hébert. F. Aureau, imprimerie de Lagny, 1887; br. in-8°.

Mémoires de la Société géologique de France; 3e série, T. IV, III : *Formation des couches de houille et du terrain houiller (géogénie); par* M. C. Grand'Eury. Paris, au local de la Société, 1887; in-4°.

Bulletin de la Société géologique de France; 3e série, T. XIV, feuilles 42-60 (19-28 août 1886), Pl. XXXI-XXXVII. Paris, au siège de la Société, 1885-1887; in-8°.

Catalogue critique des Mammifères apélagiques sauvages de la Tunisie; par Fernand Lataste. Paris, Imprimerie nationale, 1887; br. in-8°.

Liste des cladocères et des copépodes d'eau douce observés en France; par J. Richard. Paris, au siège de la Société zoologique de France, 1887; br. in-8°.

De la récolte et de la conservation des Entomostracés d'eau douce, cladocères et copépodes; par J. RICHARD; br. in-4°.

Recueil d'études paléontologiques sur la faune crétacique du Portugal; Vol. II: *Description des Échinides; par* P. DE LORIOL. Premier fascicule : *Échinides réguliers ou endocycles.* Lisbonne, imprimerie de l'Académie royale des Sciences, 1887; in-4°.

Report of Committee of inquiry into M. Pasteur's treatment of hydrophobia; br. in-4°.

Commission géologique et d'Histoire naturelle du Canada. Rapport annuel. Nouvelle série, Vol. I, 1885.

Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles, T. XXI, 5me livraison. Harlem, les héritiers Loosjes, 1887; br. in-8°.

Bullettino di bibliografia e di storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. BONCOMPAGNI; T. XIX, agosto 1886. Roma, 1886; br. in-4°.

On the determination of the radius vector in the absolute orbit of the planets; by Prof. HUGO GYLDÉN. Stockholm; br. in-8°.

Royal Institution of Great Britain. Weekly evening meeting, friday, june 3, 1887. *The applications of Photography in Astronomy;* br. in-8°.

Den norske nordhavs-expedition, 1876-1878, XVIIIA-XVIIIB, *nordhavets dybder, Temperatur og Stromninger,* ved H. MOHN. Christiania, 1887; 2 vol. in-4°.

Untersuchungen über Heterogenese. I. Protoplasmawirkungen; von Dr A.-P. FOKKER. Gröningen, 1887; br. in-8°.

España. — Geografia morfologica y etiologica. Observaciones acerca de la constitution orografica de la peninsula y leyes de direccion de sus sierras cordilleras, costas y rios principales; por DON FEDERICO DE BOTELLA Y DE HORNOS. Madrid, 1887; in-4°. (Présenté par M. Daubrée.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 JUILLET 1887.

PRÉSIDENCE DE M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Présentation des « Procès-verbaux du Congrès astronomique international pour l'exécution de la Carte photographique du Ciel »*; par M. **Mouchez**.

« Le Congrès astronomique international, réuni en avril dernier à l'Observatoire de Paris sur l'invitation de l'Académie des Sciences, a terminé ses travaux à la fin du même mois. La publication des Procès-verbaux a été un peu retardée par la nécessité d'envoyer les épreuves en correction à l'étranger, la plupart des Membres étant partis aussitôt après la fin des travaux.

» Ce Congrès, comprenant cinquante-six astronomes de seize nations différentes, a pleinement justifié les espérances qu'il avait été permis de concevoir pour la bonne et prompte exécution de l'œuvre importante à

réaliser. Grâce à la très haute compétence de la plupart des savants qui ont bien voulu répondre à notre appel, à leur courtoisie, au dévouement de tous à la Science et à l'absence de tout sentiment de jalousie internationale, les diverses questions à résoudre ont été mûrement étudiées et la plupart des votes ont été acquis à l'unanimité.

» Il y avait deux décisions principales à prendre :

» La première concernant le genre d'instrument à adopter, le même pour toutes les stations, afin de donner une parfaite homogénéité aux diverses parties du travail ;

» La deuxième, sur l'étendue et la définition même de ce travail.

» Pour la première question, on aurait pu craindre quelque divergence d'opinion sur la valeur relative des réflecteurs et des réfracteurs.

» Les astronomes anglais avaient obtenu, en effet, de si magnifiques résultats avec leurs grands télescopes justifiant la préférence qu'ils accordent, en général, à ce genre d'instrument, que les astronomes peu familiarisés encore avec les procédés photographiques et dirigés uniquement par des idées théoriques auraient pu voter aussi en faveur des télescopes. Mais, avec une loyauté scientifique on ne peut plus louable, les astronomes anglais furent les premiers à reconnaître que l'emploi des télescopes exigeait plus d'habileté et de soins minutieux dans les opérations photographiques, et que, pour un travail aussi considérable, les lunettes seraient d'un usage plus sûr et plus facile. Ils reconnurent, avec la même franchise, que les clichés d'étoiles de l'Observatoire de Paris étaient supérieurs à tous ceux qu'on avait encore obtenus.

» Après cette déclaration, le Congrès, tout en faisant quelques recommandations spéciales sur le choix du verre et sur le degré d'achromatisme, vota à l'unanimité en faveur du modèle d'instrument construit depuis deux ans par M. Gautier pour l'Observatoire de Paris.

» La deuxième question à résoudre consistait dans la définition et l'étendue même du travail à effectuer; on peut résumer ainsi les décisions prises après une discussion approfondie :

» Il sera fait deux séries de clichés de la voûte céleste. La première, comprenant les étoiles jusqu'à la 11ᵉ grandeur approximativement, exécutée à l'aide d'une pose très courte, d'une minute au plus, afin de conserver aux images toute la netteté possible, sera destinée à faire un Catalogue de haute précision, comme fondement de l'Astronomie de l'avenir; il contiendra environ un million et demi d'étoiles.

» La deuxième série, obtenue par une pose d'un quart d'heure au plus,

comprendra toutes les étoiles, jusqu'à la 14e grandeur; elle constituera la Carte du Ciel et contiendra probablement plus de quinze millions d'étoiles.

» Malgré ce grand nombre d'étoiles, cette dernière décision du Congrès est peut-être un peu trop restreinte. Du moment où les besoins de l'Astronomie de haute précision avaient reçu pleine satisfaction par la première série de clichés, il semble que la deuxième série aurait dû contenir tous les astres faciles à obtenir par nos procédés actuels, quelque grand qu'en fût le nombre : il suffisait de doubler le temps de pose, c'est-à-dire de le porter à une demi-heure, pour augmenter considérablement le nombre des étoiles obtenues en allant ainsi jusqu'à la 15e grandeur : on sait que, sous le ciel peu favorable de Paris, nous avons même pu photographier au delà de la 16e en une heure un quart de pose. Cette augmentation de pose d'un quart d'heure ne pouvait certainement pas être considérée comme du temps mal employé, puisqu'elle aurait permis de doubler au moins le nombre des étoiles sur les clichés. En laissant ainsi dans l'inconnu tant de millions d'astres, nous privons certainement les astronomes de l'avenir de documents d'un haut intérêt, qui leur auraient permis de compléter bien des recherches et peut-être aussi de découvrir des faits nouveaux.

» Avant de se séparer, le Congrès a cru indispensable de constituer un Comité, ou Bureau permanent, chargé de le représenter, de poursuivre l'exécution de ses décisions, et de maintenir des relations constantes entre les membres et les observatoires qui prendront part au travail. L'illustre président et doyen du Congrès, M. O. Struve, vient de préparer, pour ce Comité, un règlement actuellement soumis à l'approbation de ses membres.

» Par suite de la dispersion, dans diverses parties du globe, des astronomes du Comité et des observatoires photographiques, il semble que la seule manière de réaliser facilement cette entente continuelle très désirable soit la création d'un Bulletin spécial, qui paraîtrait chaque fois qu'on aurait à y publier une suffisante quantité de Mémoires, de Notices, de nouvelles utiles à faire connaître aux intéressés. J'espère trouver les fonds nécessaires pour faire cette publication.

» La plupart des astronomes qui ont assisté au Congrès doivent s'occuper actuellement, auprès de leurs gouvernements respectifs, d'obtenir les crédits pour la construction des appareils photographiques; on doit espérer d'autant plus les voir réussir, que la Photographie est devenue au-

ourd'hui un des procédés d'observation les plus féconds et les plus indispensables dans tout observatoire bien organisé.

» Nous pouvons annoncer, d'ailleurs, que sept appareils sont déjà en construction chez notre artiste Gautier et seront terminés avant deux ans : trois pour la France (Bordeaux, Toulouse et Alger); les quatre autres pour l'Espagne, le Chili, la République Argentine et le Brésil.

» Je viens de recevoir l'avis que le Mexique allait également en commander un pour l'observatoire de Tacubaya, d'où nous avons reçu de fort belles photographies de la Lune. Nul doute que les nations européennes ne concourent aussi à l'œuvre commune par une station au moins chacune.

» En Angleterre, on fait actuellement d'actives démarches pour obtenir, conformément au vœu exprimé par le Congrès, qu'un observatoire photographique soit créé, au moins temporairement, à la Nouvelle-Zélande : ce sera le plus austral de tous.

» Nous pouvons donc nous considérer aujourd'hui comme certains de pouvoir entreprendre d'ici à deux ans, avec un nombre suffisant d'observatoires dans les deux hémisphères, l'œuvre astronomique internationale, d'un si grand intérêt, dont l'Académie a assuré le succès en voulant bien la prendre sous son haut patronage. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de formation de l'acide tellurhydrique;* par MM. BERTHELOT et CH. FABRE.

« 1. La préparation de l'acide tellurhydrique ne peut s'effectuer facilement à l'aide du tellurure de fer ou du tellurure de zinc obtenus à chaud : si ces corps sont purs, les acides sont sans action sur eux; s'ils renferment un excès de métal, l'attaque se produit, mais le gaz renferme de l'hydrogène en quantité très notable. Les tellurures alcalins, obtenus en faisant agir le tellure à chaud sur l'amalgame de ces métaux, ne donnent pas, en présence de l'acide chlorhydrique, un gaz complètement pur; avec les tellurures alcalins dissous, le rendement est extrêmement faible.

» 2. Les tellurures de calcium, de baryum, de magnésium donnent de meilleurs résultats et, par leur emploi, on peut obtenir un gaz exempt d'hydrogène : c'est le tellurure de magnésium qui donne le rendement le plus considérable. En chauffant au rouge sombre un mélange de tellure et de magnésium, la réaction est extrêmement violente et s'effectue avec

explosion ; aussi convient-il, pour préparer le tellurure de magnésium, de faire agir la vapeur de tellure en excès sur du magnésium chauffé dans un courant d'hydrogène pur et sec; on obtient ainsi un corps blanc, floconneux, fort altérable à l'air, et qui, traité par l'acide chlorhydrique étendu, donne un abondant dégagement d'acide tellurhydrique.

» 3. Le gaz obtenu par ce procédé est entièrement absorbable par la potasse; il est très instable. Conservé sur le mercure, il se décompose spontanément en quelques heures, même dans l'obscurité; les parois de l'éprouvette se recouvrent d'un enduit de tellure, et il reste de l'hydrogène. Au contact de l'air humide, la décomposition est immédiate : un fragment de papier blanc préalablement mouillé noircit immédiatement lorsqu'on le présente à l'orifice d'une éprouvette renfermant de l'acide tellurhydrique; le dépôt est formé par du tellure.

» L'odeur de l'acide tellurhydrique diffère notablement de celle des acides sulfhydrique ou sélénhydrique : elle est moins forte et rappelle vaguement celle de l'arséniure d'hydrogène. Son action sur l'économie n'est pas, à beaucoup près, aussi insupportable que celle de l'acide sélénhydrique.

» L'acide tellurhydrique se dissout rapidement dans les solutions alcalines. Si ces dernières sont concentrées, on obtient des tellurures blancs ou *incolores*, cristallisés, donnant des dissolutions incolores dans l'eau *pure*. Mais il suffit d'une trace d'oxygène pour communiquer à la liqueur une belle teinte violette : un excès d'oxygène précipite rapidement le tellure à l'état métallique.

» 4. *Chaleur de formation*. — L'acide tellurhydrique est immédiatement décomposé par l'eau oxygénée; le tellure est précipité, et l'eau oxygénée oxyde plus ou moins complètement ce tellure : ce qui empêche d'utiliser cette réaction pour effectuer des mesures calorimétriques.

» L'action du perchlorure de fer en dissolution est au contraire fort nette : l'acide tellurhydrique ramène le sel de fer au minimum, avec formation d'acide chlorhydrique dissous et précipitation de tellure à l'état cristallisé. L'opération s'effectue dans la fiole calorimétrique; on commence par faire passer un courant d'azote dans la dissolution de perchlorure de fer (contenant $\frac{1}{10}$ d'équivalent par litre); on pèse ensuite la fiole et l'on fait agir le gaz tellurhydrique. Avant de faire la seconde pesée, on fait passer un courant d'azote.

» Quatre déterminations ont donné vers 19°, par équivalent de tellure (Te = 64),

$29^{Cal},13$ $28^{Cal},61$ $29^{Cal},50$ $26^{Cal},28$ Moyenne.... $29^{Cal},12$

» Les poids sur lesquels on a opéré étaient : $1^{gr},754$; $1^{gr},0235$; $0^{gr},954$; $2^{gr},027$.

» Les deux cycles suivants permettent de déduire de cette donnée la chaleur de formation de l'acide tellurhydrique.

État initial : Fe^2 sol., Cl^3 gaz, H gaz, Te crist.
État final : Fe^2Cl^3 diss., HCl diss., Te crist.

Premier cycle.

	Cal
H gaz + Te crist. = H Te gaz, dégage	x
2 Fe sol. + Cl^3 gaz + Aq = Fe^2Cl^3 diss	+127,70
H Te gaz + Fe^2Cl^3 diss. $\mp$ HCl diss. + Fe^2Cl^2 diss. + Te crist	+ 29,12
Somme	x +156,82

Deuxième cycle.

	Cal
Fe^2 sol. + Cl^2 gaz + Aq = Fe^2Cl^2 diss	+100,00
H gaz + Cl gaz + Aq + H Cl diss	+ 39,30
Somme	x +139,30

d'où

$$x = 139^{Cal},30 - 156^{Cal},82 \ldots\ldots - 17^{Cal},52$$

et, par suite,

H gaz + Te crist. = H Te gaz .... $-17^{Cal},52$

» 5. La formation de l'acide tellurhydrique à partir des éléments a donc lieu avec absorption de chaleur. On peut le constater sans mesures calorimétriques, à l'aide d'une expérience fort simple. En faisant passer un courant très lent d'hydrogène sur du tellure chauffé dans un tube, il se forme de l'acide tellurhydrique qui se décompose dans les parties froides du tube et laisse déposer du tellure bien cristallisé (Ditte). Si l'on augmente la vitesse du courant d'hydrogène, sans chauffer davantage, on constate que les cristaux primitivement formés ont subi un commencement de fusion, par suite du dégagement de chaleur qui accompagne la destruction de l'acide tellurhydrique.

» Remarquons, en terminant, que la combinaison de l'hydrogène avec l'un des éléments de la famille du soufre dégage des quantités de chaleur, exprimées par des nombres qui diminuent, à mesure que le poids équiva-

lent de l'élément augmente :

$H^2 + O^2$ gaz $= H^2O^2$ gaz.............	$+59,0$ Cal
$H^2 + S^2$ crist. $= H^2S^2$ gaz.............	$+ 4,6$
$H^2 + Se^2$ métallique $= H^2Se^2$ gaz.......	$-12,3$
$H^2 + Te^2$ crist. $= H^2Te^2$ gaz...........	$-17,5$

» C'est là, d'ailleurs, un fait général sur lequel M. Berthelot a appelé depuis longtemps l'attention. Il s'applique pareillement aux chloroïdes (chlore, brome, iode), aux azotoïdes (azote, arsenic) et à la famille du carbone et du silicium. Dans une même famille de corps simples unis avec l'hydrogène, la chaleur de combinaison moléculaire va en diminuant et devient même négative (avec des valeurs absolues de plus en plus grandes) à mesure que le poids moléculaire augmente; les valeurs numériques de ces deux quantités suivent une marche inverse. La stabilité du composé hydrogéné, corrélative de la grandeur de sa chaleur de formation, diminue ainsi, en même temps que sa masse atomique devient plus considérable. »

CRISTALLOGRAPHIE. — *Forme cristalline de la quercine.* Note de M. C. FRIEDEL.

« MM. Vincent et Delachanal ont bien voulu me remettre un échantillon du nouvel hydrate de carbone qu'ils ont extrait des eaux-mères de la préparation de la quercite (voir *Comptes rendus,* t. CIV, p. 1885).

» Cette substance cristallise anhydre en petit prismes clinorhombiques très brillants présentant les faces m qui sont dominantes, et les faces p et $b^{\frac{1}{2}}$. Ces dernières forment tantôt de simples bordures sur les arêtes aiguës mp, tantôt s'étendent assez pour faire presque disparaître la base.

	Angles mesurés (normales).	Angles calculés.
$^*mm$	116°. 5′	»
mg^1..................	31.57,5	»
$^*pb^{\frac{1}{2}}$..................	44.11	»
$^*pm$..................	75.47	»
$mb^{\frac{1}{2}}$..................	60. 2	»
ph^1..................	»	62°.21′
$b^{\frac{1}{2}}b^{\frac{1}{2}}$..................	75. 2	75°.11′

» On déduit des angles *mm*, *mp* et $pb^{\frac{1}{2}}$ les rapports suivants :

$$D_h : D_i : h = 0,5526 : 1 : 0,2125,$$
$$b : h = 5,376.$$

» Inclinaison de l'arête *h* sur la diagonale inclinée : 62°21′.

» Angle plan de la base : 57°50′.

» Les faces *m*, quoique brillantes, donnent des images moins nettes et des mesures moins sûres que *p* et $b^{\frac{1}{2}}$. Il faut remarquer que les faces *m* et $b^{\frac{1}{2}}$ forment ensemble un octaèdre presque orthorhombique. Le calcul donne pour l'angle de a^1 sur h^1 87°29′.

» La différence est assez grande pour ne laisser aucun doute sur l'obliquité du prisme. D'ailleurs, lorsqu'on examine les cristaux dans la lumière polarisée, on voit que l'extinction a lieu sur le plan g^1, non pas parallèlement aux arêtes *mm*, mais en faisant avec elles un angle de 30° environ.

» La forme des cristaux d'inosite, qui sont d'ailleurs hydratés et renferment $C^6H^{12}O^6 + H^2O$, est entièrement différente (¹). »

MINÉRALOGIE. — *Note sur la forme clinorhombique et les caractères optiques de l'acide arsénieux prismatique*; par M. **Des Cloizeaux**.

« L'isodimorphisme des acides arsénieux et antimonieux est un fait généralement admis. M. Groth a cherché, en 1869 (²), à rapprocher les formes cristallines de l'acide arsénieux prismatique (*Claudétite*, *Arsenphyllite*) de celles de l'exitèle (*Valentinite*) = Sb^2O^3, et M. Grosse-Bohle, en 1880 (³), a comparé la structure de l'acide arsénieux régulier (*Arsénolite*) à celle de la Senarmontite.

» Les incidences prises par M. Groth sur des cristaux formés dans un fourneau des environs de Freiberg montrent que ces cristaux, par suite de l'imperfection de leurs faces, ne fournissent pas des mesures très pré-

(¹) Voir la Note de MM. Tanret et Villiers, *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 486.
(²) *Poggendorff's Annalen*, t. CXXXVII, p. 414.
(³) *Zeitschrift für Kryst. und Miner.* de Groth, t. V, p. 222.

cises, et plusieurs de ces mesures s'éloignent notablement de celles que j'ai obtenues moi-même.

» Or, si l'on examine en lumière polarisée parallèle des lames de clivage g^1 prises sur l'exitèle, on voit que ces lames, à coupe rectangulaire, éteignent rigoureusement suivant leurs deux arêtes perpendiculaires l'une à l'autre. Si l'on soumet à la même épreuve des lames g^1 clivées, soit sur les cristaux de Claudétite de Freiberg, soit sur ceux qu'a fournis à M. Pasteur une dissolution dans la potasse (1) ou à MM. Sainte-Claire Deville et Debray une dissolution dans l'acide sulfurique (2), il est facile de constater que l'extinction a lieu à 5° ou 6° de l'arête verticale mg^1 (5° 26′ en moyenne).

» Les cristaux de Freiberg et ceux obtenus par le procédé de M. Pasteur offrent *tous* des macles par pénétration autour d'un plan parallèle à l'arête verticale *mm* et normal au clivage g^1; ceux de M. Debray sont, au contraire, généralement simples, et ils offrent une grande analogie avec des cristaux de gypse aplatis suivant g^1, allongés parallèlement à l'axe vertical et terminés des deux côtés par un sommet où dominent les hémi-octaèdres $d^{\frac{1}{2}}$ et $b^{\frac{1}{2}}$, dont les incidences sont très voisines.

» L'acide arsénieux prismatique (*Arsenphyllite*) appartient donc au système *clinorhombique*, avec forme limite.

» Les cristaux de M. Debray offrent des modifications notablement moins nombreuses que ceux de Freiberg, décrits par M. Groth; je n'y ai observé que les formes m, g^1, $d^{\frac{1}{2}}$, o^1, $b^{\frac{1}{2}}$, a^1. Les faces du sommet sont passablement unies et miroitantes et fournissent d'assez bonnes mesures; les faces verticales *m* sont inégales et striées parallèlement à leur intersection mutuelle; le plan g^1 peut toujours s'obtenir avec une grande netteté, au moyen du clivage. Des stries intérieures parallèles à o^1 et à a^1 se voient à travers g^1 sur des cristaux un peu épais, mais elles disparaissent en général sur les lames de clivage très minces.

---

(1) *Journal de Pharmacie*, t. XIII, p. 399.

(2) Ces cristaux ont été obtenus en chauffant de l'acide arsénieux en excès avec de l'acide sulfurique étendu de trois fois son volume d'eau en tubes fermés. On chauffait le tube dans l'eau bouillante, et on laissait refroidir lentement. L'opération a été recommencée chaque jour durant des mois entiers, jusqu'à transformation complète de la masse d'acide en beaux cristaux.

» Lorsque les cristaux n'ont pas éprouvé de torsion, les angles plans $d^{\frac{1}{2}}/g^1 : m/g^1$ et $b^{\frac{1}{2}}/g^1 : m/g^1$ peuvent se mesurer assez exactement à l'aide des fils croisés d'un microscope. Les incidences calculées qu'on en déduit (I), comparées à celles qui résultent de l'emploi des meilleurs angles dièdres (II), sont données dans le Tableau suivant :

	I. Calculé.	II. Calculé.	Mesuré Des Cloizeaux.	Mesuré Groth.
	°	° ′		°
mm..........	135. 1.00	135.58	135° 1′ à 25′	»
mg^1.........	112.29.30	112. 1	112° 24′ à 33′	»
$o^1 : m/m$......	*132.10	133.36	132° 10′ moy. microsc.	»
$a^1 : m/m$......	*127.52	126.40	127° 52′ moy. microsc.	»
$o^1 a^1$ adj......	99.58	99.44	99° 6′ moy. microsc.	»
$m d^{\frac{1}{2}}$ adj......	134. 7	135.18	»	134.59
$d^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{2}}$ sur p....	95.28	95.25	96° 20′ à 30′	»
$b^{\frac{1}{2}} m$ adj......	130.25	129.17	»	»
$d^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{2}}$ adj......	103.11	*102.50	102° à 103° 7′	97.22
$g^1 d^{\frac{1}{2}}$.........	104.29	103.57	»	104.22 moy.
$g^1 o^1$.........	90	90	»	»
$d^{\frac{1}{2}} o^1$.........	165.31	*166.3	166° 3′ moy.	»
$d^{\frac{1}{2}} d^{\frac{1}{2}}$ sur o^1....	151.2	152.6	152° 14′ moy.	»
$g^1 b^{\frac{1}{2}}$........	105.23	105.23	104° 9′ à 20′	104.22
$g^1 a^1$.........	90	90	91° 5′ à 25′	»
$b^{\frac{1}{2}} a^1$.........	*164.37	*164.37	164° 37′ moy.	»
$b^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{2}}$ sur a^1...	149.14	149.14	149° 12′ moy.	»

» Les dimensions du prisme primitif auquel les formes précédentes peuvent être rapportées et dont la base n'existe pas sur les cristaux sont :

	134° 55′ 40″	135° 45′ 20″	angle plan de la base,
	91° 24′ 15″	92° 13′ 52″	angle plan de m.
D...........	923,638	926,383	
d...........	383,266	376,544	

I.	II.
$b:h::1000:321,903$	$1000:317,785$
$a:b:c=0,41952:1:0,348516$	$0,406510:1:0,343038$
$\beta=86°20'$	$84°4'$

» On voit que l'angle du prisme *mm* est très voisin de celui de l'exitèle (137°7′ d'après M. Laspeyres); mais les autres zones ne présentent rien de semblable et l'on peut seulement regarder ce minéral comme homœomorphe de l'acide arsénieux prismatique.

» Le plan des axes optiques est parallèle au plan de symétrie. La bissectrice aiguë, *positive*, est située dans l'angle obtus $o^1:m/m$ et elle fait avec l'arête verticale m/m un angle d'environ 6° (5°26′ en moyenne). Autour d'elle, les axes optiques sont très écartés; la biréfringence est très forte. Avec l'objectif et l'éclaireur, adaptés sur le microscope Bertrand aux très forts écartements, on aperçoit aux bords du champ deux systèmes d'anneaux très serrés dont l'un indique nettement $\rho < v$ par les bordures de son hyperbole, tandis que l'autre offre des couleurs à peine discernables : il existe donc très probablement une dispersion *inclinée*.

» Quant à l'*arsénolite*, des lames prises parallèlement aux faces du cube, de l'octaèdre et du dodécaèdre rhomboïdal, sur de beaux cristaux transparents obtenus autrefois par H. Sainte-Claire Deville, montrent bien pour la plupart, surtout lorsqu'elles sont épaisses, de petites plages irrégulières, faiblement biréfringentes, disséminées au milieu d'une masse monoréfringente : mais aucune ne m'a permis de reconnaître, en lumière polarisée parallèle ou convergente, les phénomènes signalés par M. Grosse-Bohle comme analogues à ceux que présente la Senarmontite. Tout ce que l'on peut conclure de l'examen des lames que j'ai eues entre les mains, c'est que l'*arsénolite* est *peut-être* pseudocubique. »

GÉOLOGIE. — *Sur la présence de cristaux microscopiques d'albite, dans diverses roches calcaires des Alpes occidentales*. Note de M. **Ch. Lory**.

« On connaît depuis longtemps l'existence de cristaux d'*albite*, visibles à l'œil nu, et même d'assez grande dimension, dans des calcaires magnésiens du col du Bonhomme et des environs de Modane. Ces calcaires appartiennent au terrain du *trias*. J'ai indiqué, il y a plus de vingt ans (*Bull. de la Soc. géol. de France,* 2e série, t. XXIII, p. 481 et suiv.), la présence de cristaux microscopiques du même minéral dans les résidus de la dissolution, par les acides, de la plupart des calcaires ou des dolomies du trias

des Alpes occidentales. Ces cristaux microscopiques sont, le plus souvent, simples, aplatis suivant le plan g^1, bordés par les faces *m* et *t*, *p*, a^1, et souvent allongés parallèlement aux arêtes *h*. Cette forme permet de constater les angles du contour de la section suivant le plan diagonal g^1 et de déterminer les directions d'extinction, entre nicols croisés, lesquelles ont lieu, en moyenne, sous des angles d'environ 7°,5 avec *h* et 19° avec pg^1.

» Ces cristaux sont souvent accompagnés de *quartz bipyramidé* et de lamelles de *mica ;* toutefois, l'abondance de ces dernières coïncide généralement avec la rareté ou l'absence de l'*albite*. On peut aussi poser en fait que les cristaux d'albite sont d'autant mieux développés et plus nets que les calcaires sont plus cristallins. Le marbre bleuâtre de l'Étroit du Siex, entre Moutiers et Aime, en Tarantaise, m'a donné les plus beaux spécimens de ces cristaux microscopiques. Ce calcaire est, au point de vue stratigraphique, un représentant des marbres de Carrare; dans deux échantillons de ces derniers, j'ai retrouvé les mêmes cristaux, également très nets et sous la même forme.

» La présence de cristaux microscopiques d'*albite* n'est pas nécessairement liée à la cristallinité général du *trias*, tel qu'il se présente dans la Haute-Tarantaise et la Haute-Maurienne. Aux environs de Grenoble, j'ai observé, depuis longtemps, des cristaux semblables dans les dolomies triasiques de Vizille, d'Allevard, etc.; je les ai retrouvés même dans l'*infralias* à *Avicula contorta*, recouvrant le gypse des carrières de Champ, près de Vizille.

» Mais les calcaires du *lias*, plus ou moins cristallins, que j'ai eu l'occasion d'examiner, m'en ont paru généralement dépourvus. Je n'ai trouvé d'exception bien nette, à cet égard, que pour le marbre liasique tout spécial de Villette en Tarantaise, qui repose directement sur le *trias* de l'Étroit du Siex. La pâte violette de ce marbre de Villette, où l'on a trouvé divers fossiles, entre autres, des Bélemnites entièrement spathisées, contient des cristaux assez nombreux d'*albite*, et aussi de petits prismes très déliés, parmi lesquels M. Lacroix m'a signalé des cristaux de *tourmaline*. Les conditions particulières où a dû se former ce calcaire de Villette, dans une anfractuosité du rivage *triasique* (*Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. XXIII, p. 484), doivent, je crois, être prises en considération pour se rendre compte de la présence de ces minéraux, exceptionnelle parmi les calcaires du *lias*.

» La même remarque s'applique à un autre exemple de la présence des mêmes cristaux, que m'a offert récemment un calcaire blanc très compact et semi-cristallin, renfermant des Nummulites, dans le gisement bien connu de Montricher, près Saint-Jean-de-Maurienne (*Réunion extraordinaire de la Société géologique de France*, 1861, 2e série, t. XVIII). Le résidu de la

dissolution de ce calcaire m'a donné des cristaux d'albite, aussi nets que ceux du marbre de l'Etroit du Siex ou du marbre de Carrare.

» Ainsi, la genèse de ces cristaux, qui paraît avoir été favorisée généralement, dans les Alpes occidentales, par les conditions où s'y est formé le *trias*, se montre encore, exceptionnellement, dans un faciès littoral et très local du *lias moyen*, à Villette, et d'autre part au fond de ce long fiord de la mer *éocène*, qui, partant des Alpes Maritimes, venait de terminer un peu au nord de Saint-Jean-de-Maurienne.

» La formation de ces cristaux microscopiques paraît donc liée à la nature spéciale des dépôts et aux conditions qui ont favorisé leur cristallinité. Je la crois indépendante des actions mécaniques locales, plus ou moins intenses, qui ont affecté les couches des divers terrains, lors des dislocations alpines. Quant à une influence de roches éruptives, la période du *trias* a eu, dans cette région, des *euphotides*, des *serpentines* et des *spilites;* mais il ne paraît pas y avoir de liaison entre les affleurements de ces roches et la présence des cristaux d'albite dans les calcaires qui en sont voisins; d'autre part, on ne connaît, dans cette partie des Alpes, aucune roche éruptive plus récente. »

M. de Quatrefages, en présentant à l'Académie, au nom du Comité de la Jeunesse française, un Volume intitulé : « Œuvres scientifiques de Michel-Eugène Chevreul, doyen des Étudiants de France, 1806-1886; par M. *Godefroy Malloizel*, etc. », s'exprime comme il suit :

« L'Académie se rappelle que, à l'occasion du centenaire de M. Chevreul, il se forma, sous la présidence de M. Charles Brongniart, un Comité qui voulut porter au doyen des Savants du monde entier les hommages de la jeunesse. La souscription ouverte dans ce but eut le succès qu'elle méritait. Après l'exécution de la remarquable médaille due à M. Roty [1], il resta en caisse une somme assez considérable.

» Le Comité eut alors la pensée de consacrer ce fonds à une sorte de monument, en harmonie avec la vie studieuse de celui qu'il voulait honorer. Il résolut de recueillir et d'imprimer la liste complète de tous les Ouvrages, Mémoires et Articles divers publiés par M. Chevreul. C'était un travail difficile et de longue haleine. M. Malloizel, sous-bibliothécaire au

---

[1] M. Roty est l'auteur de la belle médaille consacrée au souvenir d'Adolphe Brongniart : c'est par erreur que son nom, bien connu de l'Académie, a été remplacé par celui de *Réty*, lorsque M. Cosson a offert cette médaille à ses Confrères.

Muséum, s'y consacra tout entier; et le Volume que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, au nom du Comité de la Jeunesse française, est le fruit de ses intelligentes et patientes investigations.

» M. Malloizel ne s'est pas borné à donner, année par année, de 1806 à 1886, le titre des moindres publications et les indications bibliographiques ordinaires. Toutes les fois qu'il a eu sous les yeux un Ouvrage ou un Mémoire quelque peu étendu, il en a fait la Table des matières. On peut ainsi suivre pas à pas et jusque dans ses détails cette magnifique carrière de travail et d'étude, qui se prolonge encore après quatre-vingts ans.

» L'Ouvrage s'ouvre par une très courte *Préface* de M. Charles Brongniart et une *Introduction* due à notre vénérable Confrère M. Desnoyers, qui, en sa qualité de Bibliothécaire du Muséum, a été bien des fois appelé, depuis plus de cinquante ans, à seconder notre ancien Directeur dans ses consciencieuses études.

» Un beau portrait, gravé par notre éminent aqua-fortiste M. Champollion, figure en tête du Volume et reproduit d'une manière remarquable l'énergie que conserve encore à cent ans passés le savant illustre dont il reproduit les traits.

» La *Bibliographie* du centenaire de M. Chevreul, la mention et la reproduction de quelques-unes des *Adresses* venues de l'étranger terminent ce Volume et attestent que le monde savant tout entier s'est associé aux hommages rendus par la France à celui qui a la prétention de n'être qu'un *Étudiant* et que, tous, nous acceptons pour un glorieux *Maître*. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de M. *Joly*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 39,

M. J.-H. Fabre obtient	34	suffrages.
M. Cotteau »	2	»
M. Marion »	2	»
M. Lépine »	1	»

M. **Fabre (Jean-Henri)**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie, en remplacement de M. *Leudet*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 39,

M. Lépine obtient	....	34 suffrages.
M. Oré »	....	4 »
M. Bérenger-Féraud obtient	...	1 »

M. **Lépine**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES LUS.

MÉDECINE. — *L'antipyrine en injections sous-cutanées, substituée à la morphine.* Note de M. **Germain Sée**.

« Pour faire suite à ma Communication du 18 avril 1887 : *Sur l'antipyrine contre la douleur,* j'ai l'honneur d'exposer à l'Académie les résultats obtenus par ce médicament employé sous forme d'injections sous-cutanées, afin d'augmenter ou de hâter son action et de ménager ainsi les fonctions de l'estomac. La solubilité de l'antipyrine dans l'eau distillée se prête facilement à ce mode d'emploi ; un demi-gramme d'antipyrine dissous dans autant d'eau constitue la dose nécessaire, que représente la contenance de la seringue Pravaz. L'injection, qui se pratique comme pour la morphine, produit, après une sensation pénible de tension qui dure quelques instants, une rémission considérable de la douleur, quelle qu'en soit la cause.

» En établissant la comparaison avec la morphine, on constate facilement que l'antipyrine en injection ne présente aucun des inconvénients presque constamment provoqués par la morphine, tels que les vertiges ou les vomissements, qu'elle ne jette pas le malade dans la somnolence, ni dans ces excitations artificielles qui mènent à la morphinomanie, et qu'enfin, et c'est là le point le plus important, elle joint très souvent à l'action calmante un pouvoir curatif que la morphine ne possède en aucun cas.

» Les faits viennent en grand nombre à l'appui de ces données; je signalerai entre autres une série de rhumatismes articulaires guéris par deux ou trois injections de $0^{gr},50$ d'antipyrine, aidées par l'emploi plus ou moins prolongé de ce médicament pris à l'intérieur; une goutte aiguë des plus douloureuses, divers cas de goutte chronique et de rhumatisme noueux

singulièrement soulagés et favorablement modifiés par l'antipyrine prescrite sous ses deux formes.

» Parmi les névralgies, je relève trois tics douloureux de la face, dont l'un datait de trois ans, un autre de quatre semaines, un troisième de seize jours, qui guérit en quelques heures, fait constaté par plusieurs collègues. Je citerai ensuite trois zonas dont l'un remontait à douze ans, des lumbagos guéris, pour ainsi dire, instantanément, des migraines, dont une migraine opthalmique. Je réserve une mention spéciale pour les ataxiques dont quelques-uns ont pu supprimer les injections, si préjudiciables, de morphine, en pratiquant journellement une injection d'antipyrine et en prenant 3^{gr} à 4^{gr} de ce médicament par la voie stomacale.

» Voici maintenant des données nouvelles et des applications importantes du nouveau procédé mis en usage.

» Il s'agit : 1° du traitement des coliques hépatiques et néphrétiques; 2° des douleurs aiguës chez les cardiaques; 3° des dyspnées ou oppressions chez les asthmatiques on névropathiques,

» Les malades atteints de calculs biliaires sont généralement traités par les injections de morphine, dès qu'ils éprouvent un accès de colique hépatique : la morphine les calme; mais elle a l'inconvénient de diminuer la sécrétion biliaire et intestinale, de produire l'arrêt des matières et de réveiller ainsi les douleurs; l'antipyrine, dans un cas grave de lithiase biliaire, détermina rapidement la cessation des douleurs, sans provoquer le moindre trouble intestinal. Dans trois cas de colique néphrétique, le résultat favorable fut le même; ici, l'avantage de l'antipyrine est d'autant plus important que la morphine a le fâcheux privilège d'arrêter la sécrétion urinaire, ce qui constitue une grave complication, tandis que l'antipyrine ne modifie en rien le cours des urines.

» Dans les affections douloureuses du cœur, et surtout dans les angines de poitrine, les injections antipyriques peuvent et doivent aussi être substituées aux injections de morphine, dont l'effet, très discutable, ne s'acquiert qu'au prix de troubles profonds dans la circulation cérébrale; nous avons, à l'Hôtel-Dieu, deux malades atteints de graves accès d'*angor pectoris*, dont l'intensité et le nombre ont été singulièrement réduits à l'aide des injections d'antipyrine.

» Dans une dernière catégorie d'affections morbides, dans les oppressions asthmatiques, dans les grands accès d'étouffements, l'antipyrine réussit sans supprimer la sécrétion bronchique; elle doit être réservée surtout pour les accès aigus, quand l'iodure de potassium a épuisé son action

et quand la morphine, pour agir, exige des doses exagérées ou répétées.

» Ainsi, il n'existe pour ainsi dire pas une condition morbide où l'antipyrine ne puisse remplacer la morphine, qui semblait devoir s'imposer partout. Si les observations, dont plusieurs collègues de l'Hôtel-Dieu ont bien voulu vérifier l'exactitude sur les malades de leur service, viennent à se multiplier, nous éviterons cette fatale habitude qui tend à envahir la société, en produisant les accidents cérébraux les plus graves, les troubles les plus profonds de l'organisme, connus sous le nom de *morphinisme*. Sans doute, ceux qui ont cette passion ne se contenteront pas de l'antipyrine, qui ne réalise point les sensations et l'ivresse tant recherchées par les malades; mais elle calme à coup sûr les douleurs; elle diminue immédiatement l'excitabilité réflexe de la moelle épinière, c'est-à-dire les douleurs vagues, générales, nervo-musculaires que produit si souvent l'hystérie ou la névrose. L'antipyrine prendra désormais la place de la morphine, et préservera ceux qui y cherchent à tout prix le remède à leurs souffrances du danger d'un empoisonnement chronique, souvent irrémédiable. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. V. **Poulet** adresse, par l'entremise de M. Bouchard, des « Recherches expérimentales sur les phénomènes chimiques de la respiration ».

(Commissaires : MM. Pasteur, Brown-Séquard, Bouchard.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un volume de M. *Gaston Bonnier*, intitulé : « Les plantes des champs et des bois. Excursions botaniques : printemps, été, automne, hiver. » (Présenté par M. Duchartre).

ÉLASTICITÉ. — *Sur une méthode dynamique simple pour déterminer le degré d'isotropie d'un corps solide élastique*. Note de M. E. **Mercadier**, présentée par M. Sarrau.

« On sait que Lamé a appelé λ et μ deux quantités caractéristiques d'un corps solide, au moyen desquelles on peut exprimer tous les coefficients

relatifs à l'élasticité. D'après de Saint-Venant, dans tout vrai solide isotrope $\frac{\lambda}{\mu} = 1$, de telle sorte que, si l'on peut mesurer ce rapport pour les divers corps, on appréciera leur *degré d'isotropie* par la différence entre la valeur de ce rapport et l'unité.

» La théorie des vibrations des plaques circulaires dont j'ai récemment vérifié les lois fournit une méthode simple pour faire cette appréciation.

» D'après les recherches de M. G. Kirchhoff (voir *Comptes rendus*, t. XXIX, p. 754), la valeur théorique du nombre n de vibrations complètes d'un disque élastique est donnée par la formule

$$n = f(\theta, d, c)\sqrt{\frac{q}{\delta}\,\frac{(1+2\theta)^2}{(1+\theta)(1+3\theta)}\,\frac{e}{l^2}},$$

dans laquelle e est l'épaisseur, l le diamètre, q le coefficient d'élasticité, δ la densité, d le nombre des nodales diamétrales et c celui des nodales circulaires du disque correspondant aux divers harmoniques, et enfin $\theta = \frac{\lambda}{2\mu}$. La fonction f est déterminée par la théorie.

» On peut calculer, d'après cette formule, les intervalles musicaux entre les harmoniques successifs d'un disque et le son fondamental, en se donnant la valeur de θ.

» En voici un certain nombre calculés dans les hypothèses de $\theta = \frac{1}{2}$ ou $\lambda = \mu$, et de $\theta = 1$ ou $\lambda = 2\mu$; ils sont extraits du Mémoire de M. Kirchhoff; j'ai seulement remplacé les logarithmes par les nombres et ajouté les écarts absolus et relatifs entre les nombres des colonnes 5 et 6.

Harmoniques.	Lignes nodales.		Intervalles déterminés par Chladni.	Intervalles correspondant à		Écarts	
	Cercles.	Diamètres.		$\theta = \frac{1}{2}$.	$\theta = 1$.	absolus.	relatifs.
0......	0	2	1	1	1	»	»
1......	1	0	1,589	1,613	1,728	0,115	0,069
2......	0	3	2,244	2,312	2,327	0,015	0,006
3......	1	1	3,565	3,703	3,907	0,204	0,053
5......	1	2	6,000	6,403	6,711	0,308	0,048
7......	2	0	6,440	6,957	7,334	0,377	0,052
9......	1	3	9,247	9,644	10,070	0,432	0,043
10......	2	1	10,200	10,840	11,401	0,561	0,050

» A ma connaissance aucune vérification n'a été essayée sur ces

nombres [1] : M. Kirchhoff les a comparés seulement à ceux de Chladni inscrits dans la quatrième colonne; mais les résultats de Chladni ne sauraient être admis sans de grandes réserves, parce qu'il ne s'est servi que de plaques *très minces* (c'est son expression), auquel cas le son fondamental peut être mal déterminé.

» Cependant on voit que les écarts relatifs entre les nombres correspondant à $\theta = \frac{1}{2}$ et $\theta = 1$, variant (sauf pour le deuxième harmonique) de 4 à 7 pour 100, sont assez grands pour être facilement accessibles à une vérification expérimentale : la plus petite différence (4 pour 100, neuvième harmonique) équivaut presque à l'intervalle musical d'une seconde mineure, et la plus grande (7 pour 100, premier harmonique) est comprise entre une seconde mineure et une seconde majeure : or une oreille un peu exercée ne saurait hésiter un seul instant entre deux sons présentant entre eux de telles différences de hauteur.

» Tenons-nous au premier harmonique qui donne la différence maximum, et qui est d'ailleurs le plus facile à produire, car il suffit pour cela de poser le disque en expérience sur trois points de la circonférence nodale (dont le rayon est les 0,68 du rayon du disque) et de le frapper au centre.

» On a ainsi la possibilité de décider aisément si un corps élastique est tel que θ y est égal à $\frac{1}{2}$ ou $\lambda = \mu$, ou bien si θ est égal à 1 et $\lambda = 2\mu$, ou bien enfin si θ ou $\frac{\lambda}{2\mu}$ y possèdent des valeurs intermédiaires; plus généralement on peut reconnaître le *degré d'isotropie* du corps. Et cela à l'aide d'une expérience des plus simples.

» Il suffit de découper dans le corps un disque de dimensions convenables pour que l'influence des défauts partiels d'homogénéité naturels ou produits par une opération mécanique telle que le laminage disparaisse.

» On pose le disque sur son centre, à l'extrémité d'un doigt par exemple, et, le frappant avec un marteau de liège ou d'ivoire sur le bord, on produit le son fondamental du disque : immédiatement après on le pose

---

(1) Au moment même où M. Kirchhoff publiait son Mémoire, Wertheim, qui avait modifié la théorie de Poisson, comparait les sons des premier, septième et douzième harmoniques de disques de fer, de verre et de laiton (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXXI, 1849). Les nombres qu'il a trouvés paraissent mieux s'accorder axec $\theta = 1$ qu'avec $\theta = \frac{1}{2}$; mais ses recherches manquent de précision, par suite de la double difficulté de produire des sons harmoniques aussi aigus et d'en évaluer numériquement la hauteur.

sur trois doigts en trois points de la circonférence nodale tracée d'avance, on le frappe au centre et l'on produit le premier harmonique; il suffit d'évaluer à l'oreille l'intervalle musical entre les deux sons ainsi produits successivement. (Après quelques tâtonnements, on arrive à faire l'expérience en une seconde à peine). Si l'intervalle trouvé est une sixte mélodique mineure (*ut*, *la*♭), on a très sensiblement $\theta = \frac{1}{2}$ ou $\lambda = \mu$ pour le disque en expérience. Si l'intervalle est d'une sixte mélodique majeure (*ut*, *la*), θ est voisin de 1, et λ de 2μ.

» Des valeurs intermédiaires de l'intervalle entre les deux sons correspondent à des valeurs du rapport $\frac{\lambda}{\mu}$ comprises entre 1 et 2.

» Il va sans dire que l'on peut ne pas se contenter des appréciations de l'oreille, et évaluer numériquement le son fondamental et le premier harmonique par les procédés ordinairement employés à cet effet.

» Cette méthode *dynamique* simple d'apprécier et de mesurer même le degré d'isotropie d'un corps élastique a été appliquée à plusieurs corps.

» Je donnerai aujourd'hui les résultats obtenus pour le verre.

» En faisant sur des disques de verre de diverses provenances l'expérience ci-dessus indiquée, il est remarquable qu'on trouve constamment le même résultat. En prenant des disques de $0^m,10$ à $0^m,20$ de diamètre, d'épaisseurs variant de 2^{mm} à 4^{mm}, l'intervalle musical entre le son fondamental et le premier harmonique est toujours d'une sixte mineure mélodique, à un comma, c'est-à-dire 1 pour 100 près. Pour une oreille tant soit peu exercée, il ne saurait y avoir aucun doute à cet égard.

» Des évaluations numériques sont difficiles à faire avec le verre : les sons des disques sont brefs malgré leur pureté et ne se prêtent pas bien à une comparaison avec des sons de cordes ou de diapasons étalonnés, de façon à obtenir des battements et surtout des sons résultants.

» Cependant j'ai pu faire quelques comparaisons précises entre les sons de disques en glace de Saint-Gobain de 10^{cm} de diamètre et ceux de diapasons et de cordes d'acier.

» Ainsi l'un de ces disques, de 2^{mm} d'épaisseur environ, a pour son fondamental *ré*$_5$ à un comma près, et pour premier harmonique un son qui est intermédiaire entre *la*♯$_5$ et *si*♭$_5$; un autre, de 3^{mm} d'épaisseur environ, donne nettement les sons *la*$_5$ et *fa*$_6$.

» Il paraît donc certain que pour le verre $\lambda = \mu$, c'est-à-dire que c'est

un corps isotrope. C'est la confirmation très simple, par un procédé *dynamique,* du résultat des belles expériences faites sur le verre par M. Cornu par une méthode *statique* de déformation par flexion. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'emploi du shunt dans la méthode balistique.* Note de M. G. CABANELLAS, présentée par M. Mascart.

« Des travaux récents de quelques savants, à l'étranger et en France, paraissent conclure à l'emploi du *shunt* dans la méthode balistique même avec les décharges, quoique cette méthode soit reconnue incorrecte.

» Nous avons eu l'occasion d'examiner ce point au cours des recherches que nous poursuivons sur les flux magnétiques, avec la collaboration de M. P. Bary.

» Un galvanomètre est, en réalité, un moteur dynamo-électrique; si φ est le flux magnétique d'une dynamo quelconque, la force électromotrice à chaque instant est $E = \frac{d\varphi}{dt}$. Dans les mesures balistiques ordinaires sur condensateur, cette force E du galvanomètre, à circuit ouvert, ne peut que ralentir l'écoulement de la quantité d'électricité à mesurer; mais elle ne peut la modifier, et, par suite, la grandeur de l'élongation ne sera généralement pas altérée. Si le balistique travaille, non plus sur condensateur, mais sur spirale conductrice, il peut déjà exister une certaine erreur de ce chef, même sans shunt, et la mesure pèche par défaut, la grandeur d'électricité à mesurer se trouvant diminuée de la quantité $\int_0^t \frac{d\varphi}{R}$, t étant la durée de l'élongation, R la résistance totale.

» Cette cause d'erreur subsiste, bien entendu, lorsque le galvanomètre sur spirale est shunté; mais, en outre, s'il y a shunt, la mesure sur condensateur n'échappe plus alors à la réaction, puisque la force électromotrice de l'appareil, même dans ce cas, ferme son circuit par le shunt (¹).

(¹) L'expérience directe prouve, d'une part, qu'en reliant deux Thomson l'un à l'autre, l'un d'eux indique le passage d'un courant lorsqu'on provoque mécaniquement une élongation de l'aiguille de l'autre appareil. D'autre part, avec un d'Arsonval différentiel et un Thomson conjugués, il est possible de mesurer la quantité d'électricité développée par une élongation donnée sur un circuit total comprenant l'un des cadres du d'Arsonval et les bobines du Thomson : un courant *permanent* était envoyé dans

Observations.	Résistance du shunt s.	Résistance statique du galvanomètre r.	Quantité d'électricité passant par le galvanomètre q.	Résistance effective moyenne du galvanomètre $g=s\left(\frac{Q}{q}-1\right)$.	Quantité totale d'électricité calculée $Q'=q\left(\frac{r}{s}+1\right)$.	Erreur de la méthode balistique pour 100.
	ohms	ohms	millimètres de l'échelle	ohms	millimètres de l'échelle	
Galvanomètre Thomson, modèle Carpentier : charge constante Q de 0,64 de microcoulomb, valant 167^{mm} de l'échelle.	250	2110	16,5	2280	155,6	6,8
	500	2110	30	2283	156,6	6,2
	1000	2110	50,5	2307	157	6
	2000	2110	77	2337	158,2	5,3
	3000	2110	94	2330	160,1	4,1
	4000	2110	106	2302	161,9	3,1
	6000	2110	121	2281	163,5	2,3
	10000	2110	136	2278	164,7	1,3
	∞	2110	167=Q	2110	167=Q	0
Galvanomètre d'Arsonval usuel, modèle Carpentier.	25	222	3	750	24	74,4
	50	222	6,5	673	32,8	64,5
	100	222	12	675	38,6	58,4
	200	222	22	654	46,4	50,1
	222	222	23,5	666	47	50
	300	222	29	672	50,3	46
	400	222	36	644	56	40
	500	222	41	646	59,2	37,7
	1000	222	57	649	69,7	25,6
	2000	222	72	600	80	14,8
	4000	222	82	585	86,5	7,9
	6000	222	85,5	594	88,7	5,6
	8000	222	87,5	594	89,9	4,4
	10000	222	89	562	91	3,2
	∞	222	94=Q	222	94=Q	0

» Nous ne parlerons pas dans cette Note des effets d'induction généralement négligeables qui affectent le circuit du galvanomètre, considéré comme dispositif électromagnétique invariable.

---

l'un des cadres du différentiel, l'autre cadre actionnait le Thomson balistique qui accusait une quantité d'électricité de 0,004 de microcoulomb par millimètre d'élongation sur l'échelle du d'Arsonval. (Cette quantité est indépendante des vitesses de l'organe mobile.) S'il y avait intérêt, on pourrait, du reste, avec un dispositif photographique, enregistrer les vitesses de l'organe mobile d'un galvanomètre quelconque et connaître la force électromotrice de l'appareil à chaque dt d'une élongation.

» Le raisonnement indique *a priori*, et le Tableau suivant tend à prouver qu'il serait toujours légitime de shunter un galvanomètre par un nombre quelconque de galvanomètres identiques à tous égards.

Élongations, sous des charges croissantes, d'un galvanomètre d'Arsonval usuel, modèle Carpentier.

Shunté par un galvanomètre pareil.	Shunté par une résistance inerte égale à la sienne.	Rapport des deux élongations.	Sans shunt.
14	7	2	28,5
23,5	12	2	47
26	13	2	52
28,5	14,5	2	56
33	17	2	75
47	24	2	93

» La troisième colonne indique un rapport du double au simple des élongations avec même résistance statique du shunt actif et du shunt inerte; dans ce cas particulier, on pourrait dire que le déplacement du cadre triple sa résistance statique.

» Avec un autre galvanomètre analogue, shunté par une résistance inerte égale à sa résistance, le rapport peut, bien entendu, être très différent de 2. Cependant, de la constance du rapport des deux élongations, on peut conclure que, dans les limites des observations, les durées des élongations sont restées à peu près les mêmes, de telle sorte que cet isochronisme des élongations de grandeurs différentes comporte des vitesses de déplacements à peu près accrues proportionnellement à ces déplacements. Cette condition est nécessaire; il faut en effet que, dans le galvanomètre, le rapport $\frac{E}{i}$ ait pu rester constant, puisque l'expérience prouve que la résistance effective moyenne $r + \frac{E}{i}$ est restée constante. »

OPTIQUE. — *Polarisation par émission*. Note de M. **J. Violle**, présentée par M. Mascart.

« La polarisation par émission n'a été, jusqu'à présent, que fort peu étudiée, sans doute à cause de la difficulté d'avoir des surfaces dans un état physique bien défini. Des recherches antérieures m'ayant amené à opérer sur des bains d'argent pur à la température de fusion, j'ai cherché à me-

surer la proportion de lumière polarisée p_e contenue dans le faisceau émis par l'argent liquide sous différentes inclinaisons i. J'ai employé, à cet effet, le photopolarimètre de M. Cornu qui offre, pour des recherches de ce genre, des avantages précieux.

» Je trouve, par exemple, sous l'angle de 30°, en donnant successivement à l'appareil les quatre positions principales (image extraordinaire en haut, à gauche, en bas, à droite de l'image ordinaire), et en déterminant dans chaque position les quatre azimuts d'égalité, les nombres qui suivent, lesquels sont les moyennes de plusieurs lectures.

Première position.......	61°,6	58°,5	59°,3	58°,2	59,4	49,88	9,60
Deuxième position......	50	50	48,6	51,1	49,8	49,88	9,45
Troisième position......	40	40	40	40,4	40,35		9,62
Quatrième position.....	50,4	50,4	49,7	50,8	49,97		9,43
	50,27	49,72	49,4	50,13	49,88		
					40,12		
	49,84		49,92		9,76		9,53
					9,65		

La proportion de lumière polarisée dans le faisceau étudié est

$$\sin 9°,65 = 0,168.$$

» Le Tableau suivant résume les mesures :

i.	p_e.
15°..............................	0,065
30..............................	168
45..............................	330
50..............................	383
60..............................	546
65..............................	630
70..............................	708
75..............................	770
80..............................	826
85..............................	0,839 (?)

» Les quantités ainsi obtenues dessinent une courbe régulière qui est presque exactement représentée, dans toute l'étendue des observations, par la formule très simple

$$p_e = (1 - \cos i)\left[1 + \cos\left(75 + \frac{i}{5}\right)\right].$$

» On a, en effet,

i.	p_e prise sur la courbe.	p_e calculée.
0°	»	0
15	0,065	0,041
30	168	155
35	211	206
40	262	263
45	320	324
50	389	388
55	464	455
60	546	526
65	627	597
70	705	669
75	770	741
80	823	810
85	0,842	0,880

» Soient r et e le pouvoir réflecteur et le pouvoir émissif de la surface considérée, p_r la proportion de lumière polarisée par réflexion, la neutralité du faisceau voyageant dans une enceinte fermée suivant une direction quelconque, exige que

$$rp_r = ep_e,$$

d'où, en remarquant que $e = 1 - r$, on tire

$$r = \frac{p_e}{p_e + p_r}.$$

» Nous ne connaissons pas p_r, mais des mesures très soignées de Quincke permettent de déterminer la proportion de lumière polarisée dans le faisceau réfléchi à la surface de l'argent solide. Si nous prenons pour p_r les nombres de Quincke avec nos valeurs de p_e, nous pourrons calculer r sous les diverses incidences :

i.	p_e.	p_r.	r.
30	0,1680	0,0099	0,944
45	3300	225	936
60	5460	415	929
65	6300	504	926
70	7080	560	927
75	7700	588	929
80	8260	554	937
85	8390	336	961

» Ces valeurs de r sont entièrement d'accord avec ce que l'on sait du pouvoir réflecteur de l'argent poli, pouvoir réflecteur énorme et changeant à peine avec l'incidence. »

CHIMIE. — *Sur les aluns formés par l'acide sélénique.* Note de M. **Charles Fabre**, présentée par M. Berthelot.

« 1. Les nombreuses analogies que présentent l'acide sélénique et l'acide sulfurique ne se montrent nulle part avec plus de netteté que dans la série des aluns formés par ces acides. Wohlwil (¹) a étudié les aluns séléniques d'alumine et de potasse, de soude, d'ammoniaque, signalés d'abord par Wöhler et Weber; Petterson a décrit certains aluns séléniques de chrome et de diverses bases; j'ai cherché à compléter cette étude et suis parvenu à préparer les séries d'aluns séléniques à base d'alumine ou de sesquioxyde de chrome.

» 2. *Aluns d'alumine.* — J'ai obtenu les combinaisons du séléniate d'alumine avec les séléniates suivants :

» Séléniates de potasse, de soude, de cœsium, de rubidium, de thallium, d'ammonium, d'éthylamine, de diéthylamine, triéthylamine, méthylamine, diméthylamine, triméthylamine, propylamine.

» Tous ces composés répondent à la formule générale

$$Al^2O^3, 3SeO^3 + MO, SeO^3 + 24HO.$$

Ils cristallisent dans le système cubique et se présentent généralement sous forme d'octaèdres réguliers; les cristaux sont incolores.

» L'alun sélénique de cœsium et celui de rubidium sont bien plus solubles dans l'eau que les aluns sulfuriques correspondants; il est à remarquer que l'alun sélénique de thallium est formé à l'aide d'un séléniate presque insoluble dans l'eau.

» Les aluns des bases organiques présentent la plus grande ressemblance avec l'alun d'ammoniaque.

» On obtient tous ces aluns en mélangeant les dissolutions des sels qui les composent. Pour l'alun de thallium, il suffit de broyer le séléniate de thallium solide avec une solution concentrée de séléniate d'alumine : le

---

(¹) *Ann. der Chemie und Pharmacie*, t. CXIV, p. 180 et suiv.

sel cristallise en beaux cristaux. L'opération doit être faite à froid; la cristallisation s'effectue plus lentement (et peut même ne pas être obtenue pour certains aluns), si l'on opère à chaud.

» 3. *Aluns de chrome.* — Le mélange de la dissolution *violette* de séléniate de sesquioxyde de chrome avec les séléniates suivants : séléniate de potasse, de soude, de cœsium, de rubidium, de thallium, d'ammonium, d'éthylamine, de propylamine, m'a donné des aluns bien cristallisés dans le système cubique, le plus souvent en octaèdres fort nets. Ces cristaux, de couleur rouge violacé par transparence, donnent dans l'eau froide des dissolutions *violettes*, virant au vert à la température de 55°-60°. En cet état, l'évaporation doit être effectuée avec une extrême lenteur (plusieurs mois) pour obtenir les cristaux primitifs.

» L'alun sélénique de chrome-thallium est d'un violet foncé quand on l'examine par transparence, presque noir par réflexion.

» Tous ces aluns répondent à la formule générale

$$Cr^2O^3, 3SeO^3 + MO, SeO^3 + 24HO.$$ »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau mode de préparation de l'éther acétylcyanacétique.* Note de MM. **Alb. Haller** et **Alf. Held**, présentée par M. Berthelot.

« Nous avons obtenu cet éther, en partant de l'éther cyanacétique sodé décrit par l'un de nous, dans une Communication faite à l'Académie le 6 juin dernier ([1]). Le mode opératoire est le suivant : on dissout 23^{gr} d'éther cyanacétique dans son poids d'alcool absolu et l'on y ajoute une dissolution de 4^{gr},6 de sodium dans 60^{gr} du même alcool. On additionne ensuite ce mélange, sans tenir compte du précipité qui s'est formé, de 8^{gr} (0^{mol},5) de chlorure d'acétyle dans 20^{gr} d'éther, et l'on chauffe jusqu'à ce que le liquide ne possède plus de réaction alcaline. On évapore ensuite au bain-marie; le résidu est repris par de l'eau, agité avec de l'éther pour dissoudre le cyanacétate d'éthyle non entré en réaction, puis décanté. La solution aqueuse, tenant en dissolution de l'éther acétylcyanacétique sodé, est sursaturée d'acide sulfurique et épuisée avec de l'éther. Le liquide éthéré, distillé, laisse comme résidu le composé cyané, qu'on rectifie dans le vide. Pour l'obtenir complètement pur, on le transforme en sel de cal-

([1]) *Comptes rendus*, t. CIV, p. 1627.

cium, auquel on fait ensuite subir le même traitement qu'au dérivé sodé, pour isoler l'éther acétylcyanacétique.

» La réaction en vertu de laquelle cet éther se forme peut se traduire par l'équation suivante :

$$2\left(CHNa\begin{smallmatrix}\diagup CAz \\ \diagdown CO^2C^2H^5\end{smallmatrix}\right) + C^2H^3OCl$$
$$= NaCl + CH^2\begin{smallmatrix}\diagup CAz \\ \diagdown CO^2C^2H^5\end{smallmatrix} + CH^3.CO.CNa\begin{smallmatrix}\diagup CAz \\ \diagdown CO^2C^2H^5\end{smallmatrix}.$$

» Comme le montre cette égalité, la moitié seulement de l'éther cyanacétique est transformée en éther acétylcyanacétique, et de fait, comme nous l'avons vu plus haut, on peut isoler du produit de la réaction une notable quantité de l'éther primitivement employé.

» L'acétylcyanacétate d'éthyle ainsi obtenu est un liquide incolore, présentant tous les caractères de celui qui a été préparé avec l'éther acéto-acétique sodé et le chlorure de cyanogène. Il distille vers 119° sous une pression de 15^{mm} à 20^{mm}, et se condense dans le récipient sous la forme d'un liquide, se prenant quelquefois spontanément en une masse d'aiguilles fondant à 26°.

» Il donne également, avec les persels de fer, la coloration rouge caractéristique.

» L'analyse a donné les résultats suivants :

	Trouvé pour 100.	Calculé pour $C^7H^9AzO^3$.
C	54,15	54,19
H	5,77	5,80
Az	8,97	9,03

» Une partie de l'éther a été neutralisée par du carbonate de calcium; le sel, cristallisé dans l'alcool à 70°, présente tous les caractères extérieurs du dérivé calcique de l'éther acétylcyanacétique préparé au moyen du chlorure de cyanogène et de l'éther acétylacétique sodé. Il en présente aussi la composition, comme le démontrent les chiffres suivants :

	Trouvé pour 100.	Calculé pour $(C^7H^8AzO^3)^2Ca$.
Ca	11,39	11,49

		Calculé pour $(C^7H^8AzO^3)^2Ca, 3H^2O$.
Eau de cristallisation	13,27	11,49

» Il existe donc trois procédés de préparation de cet éther acétocyanacétique, le premier décrit par nous il y a cinq ans ([1]), et déjà cité plus haut, le second trouvé par M. W. James et modifié par nous ([2]), enfin celui que nous venons de décrire. Ce dernier a une certaine importance théorique, puisqu'il permet d'établir avec certitude la formule de constitution de cet éther, formule qui ne peut être autre que celle que nous avons admise jusqu'à présent.

» A la suite d'une Note sur la cyanacétophénone, présentée par l'un de nous à l'Académie ([3]), nous avons annoncé la fonction nouvelle que nous venions de découvrir à l'éther cyanacétique et nous indiquions les dérivés que nous nous proposions de préparer avec cet éther. M. L. Henry ayant publié, dans une Note parue quinze jours plus tard, des résultats en partie conformes à ceux que nous avions déjà obtenus et que nous nous proposions de revérifier, nous abandonnons l'étude des dérivés résultant de l'action des éthers iodhydriques sur l'éther sodocyanacétique. Nous nous réservons, pour quelque temps encore, l'étude des autres dérivés qu'on peut obtenir en partant de ce composé sodé. »

CHIMIE. — *L'équilibre osmotique et la concentration des solutions par la pesanteur.* Note de MM. **Gouy** et **G. Chaperon**, présentée par M. Berthelot.

« Nous nous sommes proposé d'étudier, au point de vue de la Thermodynamique, l'*équilibre osmotique* dans le cas simple où le dissolvant seul peut traverser la cloison à travers laquelle se produit l'osmose. Ce cas limite est sensiblement réalisé avec une membrane organique et une solution colloïdale, ou encore avec certaines solutions salines et les diaphragmes étudiés par M. Pfeffer ([4]). Ce problème a déjà été l'objet des travaux de MM. van t'Hoff et P. Duhem ([5]).

» Nous considérons l'équilibre osmotique entre deux solutions de sels

---

([1]) *Comptes rendus*, t. XCXV, p. 235.
([2]) *Ibid.*, t. CIV, p. 1627.
([3]) *Ibid.*, t. CIV, p. 1451.
([4]) Pfeffer, *Osmotische Untersuchungen*. Leipzig, 1877.
([5]) Van t'Hoff, *Études de Dynamique chimique*, 1884, et *Mémoire sur l'équilibre chimique* (*Archives néerlandaises*, 1885). — P. Duhem, *Sur la hauteur osmotique* (*Journal de Physique*, mars 1887).

ou corps non volatils, dans un même dissolvant, l'une pouvant être le dissolvant pur. Cet équilibre dépend des pressions P_1 et P_2 existant dans les liquides, au voisinage de la cloison. L'équation d'équilibre, déterminée par un cycle isotherme, est

$$(1)\qquad \varphi(F_2, F_1) = (P_1 - F_1)\frac{K_1}{D_0} - (P_2 - F_2)\frac{K_2}{D_0},$$

D_0 désignant le poids spécifique du dissolvant, F_1, F_2 les tensions maxima de vapeur pour les deux solutions, K_1 et K_2 des *coefficients de contraction* tels que, en général, $\frac{K\,d\omega}{D_0}$ exprime l'accroissement de volume produit en ajoutant le poids $d\omega$ du dissolvant à un volume fini de solution; $\varphi(F_2, F_1)$ désigne le travail produit par le transport de l'unité de poids de vapeur, d'un réservoir à la pression F_2 à un autre à la pression F_1.

» Cette formule détermine la *pression osmotique*, valeur absolue de $P_1 - P_2$, qui est l'élément essentiel de l'équilibre osmotique; elle dépend, en général, de l'une quelconque des pressions P_1 et P_2. Ainsi, l'équilibre d'un système plongé dans un liquide ne dépend pas seulement de la différence des pressions intérieure et extérieure au système, mais aussi de la pression extérieure elle-même; la pression du milieu ambiant peut donc modifier profondément les conditions des échanges osmotiques.

» Considérons maintenant le cas habituel des expériences, où l'équilibre est obtenu par une différence de niveau h des deux liquides, appelée *hauteur osmotique*. L'équation précédente donne la condition d'équilibre à travers la cloison. Si l'on supposait que les solutions sont homogènes, on calculerait aisément h, qui dépendrait alors de la profondeur à laquelle la cloison est immergée. Mais on peut déduire h de considérations différentes. Le système étant placé dans une enceinte fermée, et à l'état permanent, il faut qu'il ne passe pas de liquide d'une solution à l'autre, ni par distillation, ni à travers la cloison, car, sans cela, il y aurait, à température constante, une circulation continue; h est donc la hauteur qui correspond à l'*équilibre de distillation*. Dans le vide, h serait donc égal à $\varphi(F'_2, F'_1)$, ou sensiblement à $RT\log\frac{F'_2}{F'_1}$ si l'on admet pour la vapeur les lois des gaz, F'_2 et F'_1 désignant les tensions maxima aux surfaces libres. Cette expression est en désaccord avec ce qui précède, ce qui conduit naturellement à examiner si l'hypothèse de l'homogénéité absolue d'une solution pesante, à l'état permanent, est acceptable.

» On démontre aisément que cette hypothèse, prise en toute rigueur,

est inconciliable avec le principe de Carnot, pour les solutions dont le poids spécifique varie avec la concentration. Dans une solution à l'état d'équilibre permanent, on a la relation

$$(2) \qquad \varphi(F', F) = \frac{P' - P}{D_m} - \frac{K'}{D_0}(P' - F') + \frac{K}{D_0}(P - F),$$

F et F' étant les tensions de vapeur à deux niveaux différents, P et P' les pressions, K et K' les coefficients de contraction, D_m le poids spécifique moyen entre les deux niveaux. Ainsi, la pesanteur produit une concentration variable suivant les niveaux, et telle que le liquide est plus dense au fond qu'à la surface. Le calcul numérique montre que cet effet est très petit avec les solutions salines usuelles.

» Si l'on tient compte de cette concentration dans le calcul de h, en partant de l'équation (1), on retrouve exactement l'expression qui correspond à l'équilibre de distillation.

» On peut généraliser ce qui précède, en supposant que les dissolutions sont placées, non plus dans le vide, mais dans une atmosphère de gaz insoluble. On trouve alors, pour la hauteur osmotique, une expression un peu différente. On peut aussi calculer par un cycle particulier, et sans aucune hypothèse, la hauteur qui correspond, dans ces conditions, à l'équilibre de distillation; ces deux expressions sont encore identiques, comme il était nécessaire. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Étude sur les réactions des vanadates, au point de vue de l'analyse chimique*. Note de M. **Ad. Carnot**.

« Je me propose de compléter, dans cette Note, l'examen des réactions qui se produisent entre les vanadates et les principaux sels métalliques dans les conditions ordinaires de l'analyse.

» Je ferai d'abord une observation générale.

» Lorsqu'on verse peu à peu de l'ammoniaque dans une dissolution acide et froide contenant de l'acide vanadique, on voit la liqueur prendre une coloration jaune de plus en plus marquée, jusqu'au moment où elle présente une réaction alcaline. La coloration persiste d'ailleurs longtemps, si la solution reste froide. De même, si l'on procède en sens inverse et que l'on ajoute peu à peu de l'acide à une solution alcaline incolore de vanadate, au moment où elle commence à rougir le tournesol, la coloration

jaune apparaît dans toute son intensité ; elle s'affaiblit lorsqu'on verse un excès d'acide.

» Il paraît se faire, en dissolution presque neutre, un vanadate acide d'ammoniaque plus colorant que l'acide vanadique libre.

» A ce moment, les réactions produites par les sels métalliques sont souvent différentes de celles qu'on observe en présence des vanadates neutres. Il se forme des vanadates acides colorés autrement que les sels neutres.

» Pour obtenir ces derniers, on peut partir d'une solution ammoniacale et saturer peu à peu, mais incomplètement, l'alcali par un acide ou, mieux encore, opérer à chaud, parce qu'alors le plus léger excès d'ammoniaque suffit à ramener le vanadate acide d'ammoniaque à l'état de sel neutre.

» Aussi est-ce à l'ébullition que j'ai recommandé de faire le dosage de l'acide vanadique par les sels de baryte, de manganèse ou d'urane.

» En opérant à froid et saturant peu à peu la solution acide par l'ammoniaque, on obtient avec la baryte un précipité moins basique et jaune, tandis qu'il est blanc dans les liqueurs chaudes. D'autres sels métalliques nous offriront des exemples analogues.

» *Sels de cobalt et de nickel.* — Une solution azotique de cobalt et d'acide vanadique, saturée exactement par l'ammoniaque à froid, de manière à rester fortement colorée en jaune, donne bientôt un trouble et ensuite un dépôt *jaune orangé*, qui est un vanadate neutre (VaO^5, CoO après calcination). La précipitation du cobalt peut devenir complète au bout de plusieurs heures, surtout si l'on sature entièrement l'excès d'ammoniaque par l'acide acétique. La réaction est d'ailleurs plus difficile et plus lente, si la liqueur contient un sel ammoniacal autre que l'azotate.

» Le nickel produit beaucoup plus difficilement un précipité analogue ; il est entravé par quelques grammes d'azotate d'ammoniaque.

» A chaud, on obtient un précipité *jaune clair* avec le nickel, *jaune brunâtre* avec le cobalt, mais toujours incomplet ; la présence de sel ammoniac peut même empêcher qu'il se fasse aucun trouble.

» *Sels de zinc.* — En saturant à froid et exactement une solution acide de zinc et d'acide vanadique par l'ammoniaque, on obtient un précipité *jaune*. Si l'on chauffe la liqueur, le dépôt devient *blanc*. Il est très volumineux et composé de vanadate et d'autres sels de zinc. C'est aussi un précipité *blanc* qui se fait à froid lorsqu'on mélange une dissolution neutre de sel de zinc avec du vanadate d'ammoniaque neutre et incolore. Il est très facilement soluble dans les acides ou dans l'ammoniaque ; mais, en chassant

tout excès d'ammoniaque par l'ébullition, on obtient tout l'acide vanadique précipité avec un excès de sels de zinc.

» On reconnaît qu'il ne reste pas de vanadium dans la liqueur décantée ou filtrée, en y ajoutant du sulfhydrate d'ammoniaque, qui doit produire simplement un précipité *blanc* de sulfure de zinc. De très petites quantités de vanadium auraient pour effet de colorer la liqueur en brun et le précipité en *rose*, d'une couleur parfois très vive. Cette coloration rose, qui persiste après le lavage du sulfure de zinc à l'eau sulfhydratée ou à l'eau pure, paraît indiquer qu'il est réellement combiné avec le sulfure de vanadium.

» *Sels de cadmium.* — Il se forme un précipité *blanc* en liqueur neutre; le moindre excès d'acide ou d'ammoniaque l'empêche de se produire; il est presque toujours incomplet, même après ébullition prolongée en présence des sels ammoniacaux.

» Le sulfhydrate d'ammoniaque donne du sulfure de cadmium jaune avec une dissolution brune de sulfovanadate.

» *Sels de cuivre.* — Lorsqu'on sature progressivement par l'ammoniaque une solution d'acide vanadique et de sel cuivrique, il se produit, à froid, un précipité *jaune verdâtre*, qui devient brun verdâtre par calcination (VaO^5, CuO). A chaud, il se fait un dépôt *jaune brunâtre*, qui devient noir après calcination ($VaO^5, 2CuO$). Dans les deux cas, la précipitation de vanadium est incomplète.

» En présence des mêmes sels, le sulfhydrate d'ammoniaque produit un dépôt noir et une solution surnageante limpide et colorée en brun. Mais le dépôt de sulfure de cuivre retient une proportion très sensible de sulfure de vanadium et la liqueur renferme du cuivre dissous : l'acide chlorhydrique y détermine un dépôt de sulfure double, coloré en *brun rosé* assez clair.

» Je crois devoir faire observer que, dans des conditions semblables, une solution d'acide arsénique et de sel de cuivre, traitée par le sulfhydrate d'ammoniaque, donne, avec le dépôt de sulfure de cuivre, une solution limpide et faiblement colorée en brun, qui, décomposée par l'acide chlorhydrique, fournit un dépôt d'un *jaune orangé*, assez analogue d'aspect à du sulfure d'antimoine, formé par un *sulfarséniate de cuivre*.

» *Sels mercureux.* — L'acide vanadique peut être précipité d'une dissolution azotique, presque exactement neutralisée à l'avance par l'ammoniaque, au moyen de l'azotate mercureux; le dépôt formé est de couleur *orangée*. Il répond à la formule VaO^5, Hg^2O.

» Si l'on ajoute un excès, même très faible, d'ammoniaque, il se fait un précipité complexe *grisâtre* ou *noirâtre*. On peut alors vérifier que la liqueur filtrée ne renferme plus de vanadium. Le précipité, chauffé doucement dans un creuset de Rose, traversé par un courant d'hydrogène sulfuré, ne laisse comme résidu que du sulfure de vanadium. On peut donc se servir de cette méthode pour isoler ou pour doser le vanadium. Le dosage se fait alors, soit à l'état de sulfure, soit à l'état d'acide vanadique.

» *Sels mercuriques*. — Le bichlorure de mercure ne produit aucun précipité avec les vanadates, si la dissolution est acide; si l'on sature exactement par l'ammoniaque, il se fait un précipité *jaune clair;* en liqueur neutralisée à l'avance et décolorée, il se fait un dépôt *blanc*.

» La précipitation de l'acide vanadique est encore complète et peut être utilisée, comme dans le cas précédent, pour le dosage du vanadium.

» *Sels de plomb*. — Le mélange d'azotate de plomb et de vanadate en solution faiblement acétique donne lieu à un précipité *jaune clair;* le dépôt est d'un *blanc jaunâtre* dans une solution faiblement ammoniacale. Dans l'un et l'autre cas, l'acide vanadique peut être presque entièrement précipité, si la liqueur est à peu près neutre.

» *Sels de bismuth*. — L'azotate de bismuth forme également, avec le vanadate, un précipité *blanc jaunâtre*, lorsqu'on sature la liqueur par l'ammoniaque. Il ne reste pas trace d'acide vanadique dans la liqueur.

» Si la liqueur est faiblement azotique, il se produit, à l'ébullition, un précipité *orangé*, ordinairement incomplet.

» L'ébullition, après addition d'acétate de soude, donne un précipité d'un *jaune vif*, qui peut être complet. Calciné, il prend une couleur orangée, puis redevient jaune vif par refroidissement. Il répond à la formule

$$VaO^5, Bi^2O^3.$$

» Cette réaction constitue une analogie de plus entre l'acide vanadique et les acides phosphorique et arsénique. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la rectification des phlegmes d'industrie*. Note de M. L. Godefroy, présentée par M. Troost.

« Parmi les substances étrangères contenues dans les phlegmes d'industrie, il en est que les déphlegmateurs même les plus parfaits ne peuvent éliminer. J'ai vérifié ce fait sur les meilleures marques allemandes et sur

un certain nombre de produits français, parmi lesquels je citerai particulièrement les trois-six de M. Boulet (Bapeaume-les-Rosiers), les premières marques de M. Springer, le cœur de rectification de MM. Delizy et Doisteau (Pantin), le trois-six *français* de l'usine Tilloy (Courrières, Pas-de-Calais), le trois-six dit *de France* de la distillerie Dantu (Daubricourt de Steene, Nord). Tous ces échantillons renfermaient de l'*aldéhyde*, les deux derniers en quantité considérable.

» Or, d'après les recherches de MM. Dujardin-Beaumetz et Audigé, recherches signalées dans le rapport de M. Claude (des Vosges), sénateur [1], l'aldéhyde est, de toutes les impuretés contenues dans l'alcool, celle qui a le pouvoir toxique le plus considérable.

» La rectification physique ne pouvant séparer complètement des alcools les matières étrangères contenues dans les phlegmes, on doit avoir recours à un traitement chimique destiné à transformer ou à détruire ces matières. L'un des plus simples, et qui semble donner les meilleurs résultats, est celui qui a été proposé dès 1874 par M. Roussan. Ce procédé consiste à rendre les phlegmes alcalins à l'aide d'un lait de chaux (60^{gr} à 75^{gr} par hectolitre). La réaction a lieu à froid, et l'odeur des phlegmes change aussitôt. Ce procédé, déjà appliqué dans quelques usines, a donné d'excellents résultats; j'ai essayé des échantillons provenant d'une distillerie de la Vienne où l'inventeur a fait appliquer son procédé : ils ne contenaient pas trace d'aldéhyde. Cet alcool a d'ailleurs une plus-value de 18^{fr} à 20^{fr}, ce qui est la meilleure preuve de ses qualités exceptionnelles.

» Les alcalis et le chlorure de chaux ayant été déjà essayés isolément sans succès, j'ai dû, pour expliquer l'avantage de leur emploi simultané, faire quelques expériences dont voici les résultats :

» 1° Les alcalis (chaux, potasse, soude) donnent naissance, pendant la distillation, à des produits acryliques extrêmement irritants qui passent avec l'alcool : ce fait a été constaté industriellement par M. Godeau, chargé de la distillerie à l'usine de M. Delizy.

» 2° Le chlorure de chaux introduit seul dans les phlegmes qui sont toujours acides (procédé Busset) dégage des produits chlorés extrêmement irritants qui souillent les alcools et attaquent les appareils.

» 3° Le chlorure de chaux introduit en petite quantité dans les phlegmes

---

(1) Rapport fait au nom de la Commission d'enquête sur la consommation de l'alcool en France par M. N. Claude (des Vosges), sénateur. (Sénat, session 1887, n° 42, p. 44 et suivantes.)

rendus légèrement alcalins par la chaux attaque les aldéhydes et les transforme en produits d'oxydation à point d'ébullition plus élevé que celui de l'alcool éthylique et se séparant facilement de ce corps par distillation. Ce fait résulte des deux expériences suivantes :

» *Première expérience.* — J'ai distillé, à l'aide de l'appareil Le Bel-Henninger, 800^{gr} de phlegmes de betterave, non traités; puis 800 autres grammes traités par le procédé Roussan, et j'ai recueilli dans les deux cas dix fractions de 50^{gr} qui ont ensuite été soumises à un examen comparatif, dont voici les résultats. Les fractions non traitées renfermaient toutes de l'aldéhyde, sauf la dernière presque exclusivement formée d'eau. Les fractions soumises au traitement avaient une tout autre physionomie. Les deux premières seulement contenaient un peu d'aldéhyde, les suivantes étaient composées d'alcool absolument exempt de produits réducteurs; enfin, la dernière renfermait beaucoup d'alcool. Aucune ne contenait ni produits organiques chlorés ni matières irritantes en quantité appréciable.

» Il résulte de cette expérience comparative que le chlorure de chaux employé avec un lait de chaux fait disparaître presque entièrement l'aldéhyde.

» *Seconde expérience.* — Cette expérience a été faite dans le but de déterminer directement l'action du chlorure de chaux alcalin sur l'aldéhyde. J'ai, pour cela, versé dans un ballon muni d'un appareil à reflux 40^{gr} d'aldéhyde pure, puis j'ai ajouté une solution de chlorure de chaux rendue fortement alcaline par addition préalable de chaux éteinte. L'aldéhyde est entrée aussitôt en ébullition; la réaction étant terminée au bout de quelques minutes, j'ai soumis le résultat à la distillation fractionnée. J'ai recueilli d'abord une très petite quantité d'aldéhyde ayant échappé à la réaction, puis, entre 85° et 90°, un liquide légèrement visqueux renfermant de l'eau et un liquide non chloré extrêmement réducteur et sur lequel agit faiblement le chlorure d'acétyle. Il est resté dans le ballon une matière huileuse qui ne peut être distillée sans décomposition.

» Les produits obtenus étaient en trop petite quantité pour être soumis à une étude spéciale; néanmoins l'expérience était suffisante pour montrer que le chlorure de chaux alcalin attaque énergiquement l'aldéhyde et la transforme en produits non chlorés dont les points d'ébullition sont plus élevés que celui de l'alcool.

» En résumé, l'emploi simultané de la chaux et du chlorure de chaux constitue un procédé efficace, simple, peu coûteux, dont les résultats sont de nature à attirer l'attention des chimistes et des industriels [1]. »

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de l'Institut catholique.

ANATOMIE ANIMALE. — *Recherches sur l'organisation du Chétoptère.* Note de M. JOYEUX-LAFFUIE, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Le Chétoptère est un des Annélides les plus communs de la côte du Calvados, où il vit en abondance au-dessous du niveau des plus basses mers. Jamais on ne l'observe en place, comme à Roscoff par exemple; mais, par contre, on en peut recueillir des quantités considérables, rejetées par la vague, après les grands vents de nord et de nord-ouest. On peut également l'obtenir au moyen de la drague, qui ramène parfois plusieurs individus d'un seul coup.

» Tous les Chétoptères qui ont servi à mes recherches peuvent être rapportés à l'espèce décrite par M. de Quatrefages, sous le nom de *Chetopterus Valencinii,* malgré quelques différences, telles que l'absence de soies courtes et noires à la cinquième paire de pieds de la région supérieure, la quatrième seulement portant ces soies particulières; généralement aussi, on compte de trente à trente-cinq segments à la région inférieure, au lieu de cinquante, nombre indiqué par M. de Quatrefages.

» Sur la ligne médiane et postérieure ([1]) de la région supérieure du Chétoptère, il existe une gouttière allant, du bord postérieur de l'entonnoir buccal, à la base des deux rames dorsales de la première paire de pieds de la région moyenne. Au lieu de s'arrêter en ce point, comme quelques auteurs l'ont avancé, ou de se prolonger jusqu'à la cupule qui surmonte la deuxième paire de pieds de la région moyenne, comme d'autres ont cru l'observer, elle se bifurque et se continue en deux profondes gouttières, situées dans l'épaisseur des deux grandes rames en forme d'ailes. Ces gouttières parcourent les rames, depuis leur base jusqu'à leur extrémité, et sont tapissées par un épithélium à longs cils vibratiles.

» Le Chétoptère renfermé dans son tube présente ses deux grandes rames recourbées en haut et en arrière, les deux extrémités arrivant en contact sur la ligne médiane. Or, les deux extrémités des deux gouttières sont également en contact et l'on peut sans interruption, en suivant l'une d'elles, passer dans celle du côté opposé. Ce système de gouttières a pour fonction de conduire à l'entonnoir buccal les particules alimentaires apportées par le courant d'eau qui traverse le tube, courant déterminé par

---

([1]) L'animal est supposé placé la bouche en haut.

les rames en palettes des trois derniers segments de la région. Pour être convaincu de ce fait, il suffit de placer, sur la région antérieure du Chétoptère, une petite quantité de poudre à grains fins, telle que du bleu insoluble. On ne tarde pas à voir les particules se réunir dans les gouttières, où elles forment de petits boudins qui se dirigent vers l'entonnoir buccal. La fonction de ce système de gouttières, restée jusqu'alors inconnue, est analogue à celle que remplit le raphé antérieur ou endostyle chez les Ascidies.

» Les organes segmentaires sont remarquablement développés chez le Chétoptère. Loin de faire exception à la loi générale qui préside à la disposition de ces organes dans le groupe des Vers, ils en sont, pour ainsi dire, une confirmation exagérée.

» Les régions moyenne et inférieure présentent seules des organes segmentaires disposés par paires dans chacun des segments. La région supérieure n'en possède jamais. Contrairement à ce qui a été avancé, ces organes ne sont point renfermés dans un seul segment : toujours ils commencent dans un segment et se terminent dans le segment suivant. En conséquence, le premier segment de la région moyenne ne renferme qu'une portion de deux organes segmentaires. Quoique appartenant à des segments de formes parfois peu différentes, tous ces organes segmentaires présentent la même disposition.

» Chacun d'eux est constitué par un orifice intérieur entouré d'un demi-pavillon et un tube excréteur qui se continue en une poche spacieuse et boursouflée, laquelle débouche à l'extérieur au moyen d'un canal court terminé par un orifice.

» Chaque segment est séparé du suivant par un diaphragme, sorte de cloison située transversalement dans la cavité générale et traversée par le tube digestif. C'est près de la ligne formée par la réunion de cette cloison avec les téguments, qu'est situé, de chaque côté, le pavillon de l'organe segmentaire. Sa forme rappelle celle des valvules sigmoïdes du cœur. De longs cils vibratiles tapissent uniformément toute la surface interne, sur laquelle on ne distingue jamais de bandes vibratiles. Le tube excréteur fait suite au pavillon : il est tout entier contenu dans le segment suivant; sa couleur brunâtre permet de le distinguer facilement, même par transparence, sur l'animal vivant. Il est accolé à la face postéro-interne du gros muscle ventral situé du même côté et chemine en suivant une direction plus ou moins courbe, suivant les différents segments. Au niveau de la rame pédieuse, il s'élargit considérablement pour former la poche boursouflée qui lui fait suite. Cette poche, d'un volume relativement considérable, rem-

plit presque complètement la cavité située dans la base de la rame dorsale, et s'ouvre à l'extérieur par l'intermédiaire d'un canal court, qui présente un orifice extérieur sur la face inférieure de la rame.

» Les parois internes de tout l'organe segmentaire possèdent un épithélium à cils vibratiles très développés, qui déterminent un courant dirigé de l'intérieur vers l'extérieur.

» Le tissu des parois de l'organe segmentaire est formé par des éléments offrant les caractères des cellules qui composent l'organe de Bojanus chez les Mollusques. Dissociées, ces cellules présentent une forme sphérique; elles renferment un gros noyau qui montre dans son intérieur une ou plusieurs concrétions. Parfois, ces concrétions, en augmentant de volume, se réunissent et constituent un calcul qui remplit presque complètement la cellule. Fréquemment, on trouve dans la cavité de l'organe segmentaire, soit dans le canal excréteur, soit dans la poche, des calculs devenus libres, les cellules qui leur ont donné naissance ayant disparu. Ce sont ces concrétions, grosses et petites, libres ou renfermées dans l'intérieur des cellules où elles prennent naissance, de couleur terre de Sienne brûlée, qui déterminent en grande partie la teinte générale de l'organe segmentaire.

» Les sexes sont séparés et portés par des individus différents. Les testicules et les ovaires affectent la même forme et la même position. Ce sont des bourrelets mésentéroïdes, placés par paires dans chacun des anneaux et fixés à la face supérieure des cloisons qui limitent les segments. Chaque testicule ou ovaire est disposé en forme de croissant, à concavité tournée du côté du tube digestif. Dans les deux cas, c'est un bourrelet, offrant un grand nombre de circonvolutions, relié à la cloison par un mésentère très réduit et ne présentant jamais de cavité à l'intérieur. Les produits de la reproduction, œufs et cellules mères des spermatozoïdes, se développent à la périphérie, et tombent dans la cavité générale qui, au moment de la reproduction, est complètement remplie d'œufs ou de spermatozoïdes.

» Cette grande accumulation des produits de la reproduction, dans la cavité générale, donne aux Chétoptères des deux sexes des teintes différentes, qui permettent de les distinguer. Les mâles sont d'une couleur blanc mat, les femelles ont une teinte légèrement rosée. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur quelques points de l'anatomie des Hirudinées rhynchobdelles* ([1]). Note de M. **Georges Dutilleul.**

« 1. *Organe dorsal des Glossiphonies.* — Dans un Mémoire récent, M. Nusbaum, de Varsovie, signale chez l'embryon de *Glossiphonia complanata* Linné (*G. sexoculata* Bergmann) la présence d'un organe provisoire dorsal, qui avait échappé à ses devanciers. C'est une cavité piriforme, limitée du côté externe par le feuillet exodermique soulevé et du côté interne par le mésoderme somatique. Les cellules exodermiques portent de longs appendices, qui servent à la fixation réciproque des jeunes. Cet organe disparaît bientôt, et, selon l'auteur, sans laisser de traces. M. Nusbaum ne fait suivre sa description d'aucun commentaire. Ayant eu, au cours de nos recherches, l'occasion de contrôler la description de l'auteur et d'en constater la parfaite exactitude, nous nous sommes demandé si rien de semblable n'existe chez l'embryon des autres espèces du genre *Glossiphonia* et, en particulier, chez celui de *G. bioculata* Bergmann, laquelle porte à l'état adulte un organe dorsal caractéristique. Nos recherches sur cette espèce nous ont permis de reconnaître que son embryon présente, à la place même de l'organe dorsal de l'adulte, une formation analogue à celle qui a été décrite par M. Nusbaum chez l'embryon de *G. sexoculata*. Les embryons de *G. marginata* Müller sont également munis de cet organe, qui, chez eux comme chez *G. sexoculata*, est provisoire. Nous croyons pouvoir conclure, de ces observations, que l'organe dorsal provisoire de Nusbaum représente, dans les espèces *sexoculata* et *marginata*, l'organe dorsal permanent de l'espèce *bioculata*.

» Pour ce qui est du sort ultérieur de cet organe provisoire, il nous a été plusieurs fois possible d'en retrouver des traces chez des animaux adultes. C'est ainsi que, sur des coupes de *G. sexoculata* adulte, nous avons observé, en ses lieu et place, une dépression fortement pigmentée du tégument.

» La constitution de l'organe dorsal de *G. bioculata*, qui n'est en réalité qu'une lame de chitine enfoncée dans une dépression cutanée, nous fait rejeter les dénominations de glande dorsale (Moquin-Tandon), de tache

---

([1]) Travail du Laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Lille.

jaune brun (Budge), de tache rousse (Robin), attribuées à cette formation par les auteurs qui l'ont étudiée. Nous croyons préférable de la désigner sous le nom de *lame chitineuse dorsale*.

» 2. *Appareil mâle de* G. sexoculata. — Les données que nous possédions sur l'appareil mâle de *G. sexoculata*, ne permettaient pas de faire rentrer cet appareil dans la série si homogène des autres espèces du genre. Le travail le plus récent sur la question (Robin, 1862) nous le montre encore comme formé, de chaque côté, d'un simple tube replié en U, se terminant d'une part en pointe libre dans la région antérieure du corps et d'autre part à l'ouverture génitale mâle, après s'être renflé en poche à spermatophores. De très nombreuses dissections fines nous ont permis de reconnaître que la branche externe du tube en U, au lieu de se terminer en pointe libre, se replie en s'atténuant, se dirige en arrière parallèlement à l'axe du corps et reçoit à son côté externe les courts canaux déférents des dix testicules du côté correspondant. Cette description permet de faire rentrer l'appareil mâle de *G. sexoculata* dans la série des formes antérieurement décrites par Fr. Müller, Budge, etc.

» 3. *Peau et respiration chez les Rhynchobdelles*. — On avait admis jusqu'ici que la respiration des Hirudinées est une respiration cutanée, sans rechercher quelles différenciations cette fonction pouvait amener dans le tégument qui en est le siège. Seul le Branchellion avait attiré l'attention. Nous avons recherché s'il n'existe pas, dans la série des Rhynchobdelles, de dispositifs particuliers permettant d'expliquer l'origine des branchies du parasite de la Torpille, et nous avons reconnu que le tégument présente, dans les différents genres, de curieuses modifications adaptatives. Le type le plus intéressant à cet égard est la *Pontobdella*. Dans ce genre, qui (fait isolé chez les Hirudinées) est cylindrique, le derme se renfle en tubercules volumineux. La structure de ces formations n'ayant pas encore été indiquée, nous croyons d'autant plus utile de l'exposer ici que leur anatomie rend un compte exact de leur physiologie.

» Le tubercule est une saillie dermique (et non pas, comme le veut M. Saint-Loup, un amas de lamelles épithéliales) recouverte d'épiderme et munie de deux sortes de muscles, les uns rétracteurs, parallèles à l'axe du tubercule, et les autres extenseurs, radiaires. Les capillaires y abondent. L'étendue de sa surface, la richesse de sa vascularisation, le développement si particulier de sa musculature, mettent cet organe dans des conditions exceptionnellement favorables pour l'hématose et font du tubercule un organe respiratoire, déjà hautement différencié.

» De ce dispositif primitif, dans lequel les tubercules sont uniformément répartis sur toute la périphérie de l'anneau, dérivent ceux des *Glossiphonia* et du *Branchellio*. Dans le premier cas, en effet, les tubercules moins développés se localisent à la face dorsale; dans le second, ils se modifient dans leur forme et deviennent marginaux. »

ZOOLOGIE. — *Sur les kystes bruns de l'anguillule de la betterave.* Note de M. **Joannes Chatin**, présentée par M. Pasteur.

« Parmi les Nématodes parasites des végétaux, il en est un qui a rapidement acquis depuis quelques années une notoriété particulière, c'est l'*Heterodera Schachtii,* qui vit sur les racines de plusieurs plantes, principalement de la Betterave, causant ainsi de véritables ravages dans certaines cultures. Les larves, petites et ténues, pénètrent dans les radicelles, puis se transforment en animaux adultes qui offrent des différences sexuelles considérables; les mâles seuls conservant l'aspect filiforme et classique des Nématodes, tandis que les femelles, gonflées par le développement des œufs, se montrent bientôt sous l'apparence de petites masses ovoïdes et blanchâtres, fixées par leur extrémité céphalique dans la région corticale des radicelles.

» Ces faits sont aujourd'hui connus, mais diverses particularités semblent avoir échappé aux auteurs (Kühn, Strubell, etc.) qui ont tenté d'esquisser l'histoire de ce singulier Helminthe. On s'est borné à noter quelques variations dans la coloration ou l'épaisseur du tégument qui revêt les femelles, sans rechercher le sort ultérieur de ces mères; c'est à peine si M. Strubell y fait une vague allusion.

» Durant la belle saison, les mères sont assez promptement désagrégées par la rapide distension qu'elles ont subie et par la mise en liberté des œufs et des larves contenus dans leur intérieur. Mais, dans certaines circonstances et spécialement à l'approche de l'hiver, on constate chez ces femelles d'importants changements qui offrent un intérêt tout particulier.

» Le tégument, d'abord très mince, s'épaissit progressivement; ses glandules fournissent une abondante sécrétion qui, agglutinant des substances organiques et minérales, forme ainsi autour de la femelle une sorte de test adventice, de nature mixte. En se développant, cette carapace finit même par obturer les ouvertures buccale, anale et vulvaire; l'aiguillon céphalique qui maintenait le parasite fixé dans les tissus du végétal ne

peut, dès lors, plus fonctionner et toute adhérence se trouve rompue entre le ver et la plante nourricière.

» Ce n'est plus un animal qu'on a sous les yeux, mais un kyste rempli d'œufs, comparable à une oothèque, et qui tombe dans la terre mêlée aux racines. De forme variable (ovoïde, naviculaire, biconique, etc.) ce kyste mesure en moyenne $0^{mm},6$ suivant son grand axe. Il est de couleur brunâtre, protégé par des parois très épaisses et difficilement perméables. On voit combien il diffère de la femelle fécondée, telle qu'on l'observe avec sa teinte blanche, son tégument mince et fragile, se rompant sous le moindre choc ou sous la moindre action osmotique.

» On s'explique facilement comment un kyste ainsi constitué peut traverser la mauvaise saison, assurant une puissante protection aux œufs qu'il renferme. Plus tard, sous l'influence de conditions favorables à sa déhiscence, ses parois se gonfleront, se ramolliront et laisseront échapper œufs et larves. Celles-ci, gagnant les radicelles voisines, atteindront leur complet développement, les femelles seront fécondées et le parasite se multipliera rapidement.

» Les phénomènes dont s'accompagnent la rupture du kyste et la mise en liberté des œufs et des larves exigent, pour s'accomplir, un temps qui varie avec la température, l'humidité, etc. Je me borne à résumer l'expérience suivante : à la fin de mai, la température moyenne de la salle étant de 12°, je place des kystes bruns dans une coupe de cristal, avec une petite quantité de terre humide ; au bout de neuf jours, les jeunes Anguillules s'y montrent en assez grand nombre. J'ai à peine besoin d'ajouter que cette terre provenait d'un endroit où n'avait jamais été cultivée aucune plante nématodée et que je m'étais assuré, par des observations répétées, qu'elle n'offrait aucun *Heterodera Schachtii* avant de recevoir les kystes.

» La formation des kystes bruns réalise donc une condition éminemment favorable à la propagation de l'espèce et permet de comprendre l'insuccès de la plupart des moyens de destruction qu'on a tenté de lui opposer en variant les cultures ou modifiant les assolements.

» La notion de ces kystes est également importante pour la recherche du parasite : lorsqu'on examine, au printemps, les betteraves retirées des silos, on peut ne découvrir aucun point blanchâtre sur les radicelles, aucune trace de Nématodes sur des coupes pratiquées à divers niveaux, sans être pour cela en droit de conclure à l'absence de l'Anguillule (¹). Avant de

---

(¹) J'ai pu récemment constater le fait sur des betteraves extraites des silos de Joinville et que M. Aimé Girard avait bien voulu mettre à ma disposition.

formuler une telle conclusion, il faut encore laver soigneusement la terre mêlée aux racines et l'examiner à la loupe; bien souvent on y découvrira, confondus avec les grains de sable dont il est difficile de les distinguer (¹), ces petits kystes bruns qui présentent, on le voit, un double intérêt pour la biologie de l'Helminthe et pour sa prophylaxie. »

ANATOMIE. — *Sur la structure et la signification morphologique du corps vitré.* Note de M. **Edmond Hache**, présentée par M. Ranvier.

« Le corps vitré est formé de deux parties constituantes fondamentales: 1° un liquide dont la composition est bien connue; 2° une substance solide sur la nature et la disposition de laquelle les hypothèses les plus contradictoires ont encore cours aujourd'hui.

» Décrite par les uns comme un système de membranes cloisonnant la masse vitrée et limitant des alvéoles remplies de liquide (Demours, Pappenheim, etc.), par d'autres comme des réseaux de fibres ou de cellules anastomosées (Weber-Schmidt, etc.), cette partie solide a été regardée par le plus grand nombre comme une substance amorphe, sans structure, de nature conjonctive ou muqueuse (Wirchow, Kölliker, etc.), espèce de gelée dans laquelle existeraient, à la périphérie du moins, des fentes renfermant du liquide (Iwanoff, Stilling, Schwalbe).

» Des recherches entreprises au laboratoire d'Histologie du Collège de France m'ont révélé des faits inattendus et permettant d'expliquer les résultats contradictoires obtenus jusqu'à ce jour.

» 1° *La partie solide du corps vitré est une substance essentiellement hygrométrique.* — Plusieurs auteurs ont signalé le fait qu'après avoir soumis le corps vitré à la dessiccation (Sappey, Ritter) ou à l'action de l'alcool absolu (Schwalbe) et l'avoir réduit à l'état de simple pellicule, on pouvait lui rendre son volume, son aspect et sa consistance en le laissant séjourner dans l'eau.

» Ce fait, dont l'explication n'a pas été donnée, est dû à l'hygrométricité de la partie solide du corps vitré.

(¹) Avec un peu d'habitude, on arrive assez sûrement à distinguer les kystes; mais, dans tous les cas douteux, il est indispensable d'en faire des coupes, afin d'y rechercher la présence des œufs, qui se montrent surtout avec la plus grande netteté quand on emploie les réactifs colorants.

» Pour s'en convaincre, il suffit de mettre pendant vingt-quatre heures dans une solution de gomme, puis dans l'alcool fort, un corps vitré de mouton dont on a énucléé le cristallin en laissant la cristalloïde en place. Par ce traitement, il perd son eau de constitution et se trouve réduit à une plaque mince débordant la cristalloïde et n'ayant que $0^{mm},25$ d'épaisseur. Il est alors facile de pratiquer des coupes qui, reçues et examinées dans l'alcool, montrent, entre la cristalloïde postérieure et l'hyaloïde, un tissu d'aspect manifestement fibreux.

» Si, au lieu de recevoir les coupes dans l'alcool, on les fait tomber dans l'eau, le diamètre transversal augmente dans des proportions énormes et acquiert bientôt 5^{mm}, 10^{mm} et plus. La cristalloïde et l'hyaloïde n'ont pas changé; mais le tissu intercalaire s'est gonflé, a perdu son aspect fibreux et est devenu transparent et homogène.

» On peut assister directement à cette transformation en montant une préparation dans l'alcool et en faisant pénétrer un peu d'eau sous la lamelle; la substance intermédiaire à la cristalloïde et à l'hyaloïde s'imbibe, se gonfle, s'étale en repoussant les deux membranes limitantes et de fibreuse qu'elle paraissait devient transparente et comme gélatineuse.

» La partie solide du corps vitré est donc une substance éminemment hygrométrique. Mais que signifie cet aspect fibreux avant l'action de l'eau?

» Deux hypothèses étaient possibles :

» Ou bien on se trouvait en présence d'une substance homogène sans structure, qui s'était plissée en perdant son eau de constitution;

» Ou bien cet aspect dénotait une structure spéciale.

» Cette dernière hypothèse était d'autant plus vraisemblable que, depuis les recherches de M. Ranvier sur la cornée, nous savons que ce qui rend la constitution fibrillaire des lames cornéennes si difficile à démontrer, c'est justement l'hygrométricité des fibrilles constituantes. Grâce à cette propriété, ces fibrilles, en se gonflant, se juxtaposent exactement de manière à former un tout homogène et transparent.

» Il était possible qu'il en fût de même pour le corps vitré et que les détails de structure fussent masqués par l'hygrométricité si prononcée de la substance solide.

» Pour m'en assurer, il m'a suffi d'avoir recours à l'acide osmique, qui a le pouvoir de détruire cette propriété.

» 2° *La substance solide du corps vitré forme un système de lames connectives anastomosées.* — Un corps vitré de mouton débarrassé de la lentille cristallinienne est mis dans une quantité suffisante de solution d'acide

osmique à $\frac{1}{50}$. Au bout de douze à vingt-quatre heures, il est porté dans la gomme, puis dans l'alcool fort. Réduit alors à une plaque de $\frac{1}{4}$ de millimètre d'épaisseur, il peut être débité en coupes minces. Celles-ci, reçues dans l'eau, ne se gonflent plus ; le gonflement précédemment observé était donc réellement dû à l'hygrométricité du tissu.

» Examinées dans l'eau, ces coupes montrent la cristalloïde et l'hyaloïde séparées par un tissu d'aspect tout à fait fibreux ; en pressant légèrement sur la lamelle à recouvrir, on voit ce tissu se résoudre en un grand nombre de lames anastomosées.

» Isolées, ces lames, après l'action de l'acide osmique, de la gomme et de l'alcool, sont minces, transparentes, constituées par une substance hyaline, homogène, sans structure, ne se colorant pas par le carmin, mais fixant le violet 5B. Après l'action prolongée des bichromates et de l'acide chromique, cette substance hyaline se colore en rouge par le carmin. Elle peut donc être rangée parmi les substances conjonctives amorphes; elle est analogue à celle qui réunit les faisceaux connectifs dans certaines membranes (mésentère du lapin), analogue aussi à la substance du tissu lamelleux des gaines nerveuses, mais diffère de celles-ci par son hygrométricité.

» Ces observations, faites d'abord sur le mouton, ont été répétées sur le bœuf, le cheval, le porc, l'oie, la poule, le pigeon, le brochet et la carpe.

» 3° *Le corps vitré est une gaine lamelleuse modifiée.* — Il résulte de ces faits que le corps vitré, chez l'adulte, est constitué par un nombre plus ou moins considérable de lames connectives anastomosées les unes avec les autres, ne limitant pas des alvéoles, comme l'ont cru certains auteurs, mais jouissant à un très haut degré de la propriété de s'imbiber de liquide et de se gonfler au point de se juxtaposer exactement de manière à perdre, pour ainsi dire, leur individualité, et à former un tout homogène, gélatineux et transparent.

» Cette structure lamelleuse rappelle celle des gaines nerveuses, de sorte qu'au point de vue morphologique le corps vitré peut être considéré comme une gaine lamelleuse modifiée annexée à la lame interne de la vésicule optique secondaire; de même que la choroïde, sur la structure lamelleuse de laquelle j'ai insisté dans une Note précédente, doit être regardée comme la gaine de la lame externe de la vésicule optique.

» Ainsi se trouvent expliqués l'origine embryogénique commune de ces deux organes et leur rôle identique pendant la période de développement de l'organe visuel.

» Plus tard, des modifications surviennent dans la gaine de la lame interne de la vésicule optique; elles consistent principalement dans la disparition des vaisseaux et des éléments cellulaires et l'apparition de l'hygrométricité des lames connectives. Tout cela concourt au même but : la transparence d'un organe qui doit être traversé par les rayons lumineux destinés à la rétine. Mais de ces modifications, la plus importante est, sans contredit, la propriété qu'acquiert la substance conjonctive de s'imbiber de liquide. C'est elle qui assure la juxtaposition exacte des parties constituantes, condition nécessaire, indispensable et capable à elle seule, ainsi que l'a établi M. Ranvier, de rendre transparente une membrane aussi complexe que la cornée. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'origine des racines latérales dans les Fougères.* Note de M. **P. Lachmann**, présentée par M. Ph. van Tieghem.

« Tandis que l'origine des racines latérales des Phanérogames est bien connue [1], on ne possède que des notions fort incomplètes sur la naissance de ces organes chez les Cryptogames vasculaires et en particulier chez les Fougères. D'après les travaux déjà anciens de M. Trécul et de Hofmeister, les racines de ces dernières naissent près du sommet de la tige au voisinage d'un faisceau caulinaire ou d'un faisceau foliaire; d'après les recherches plus récentes de M. Kny, la cellule mère de la racine appartient, dans le *Ceratopteris thalictroides*, à l'assise externe du tissu fondamental de la tige et n'est recouverte que par l'épiderme de celle-ci.

» L'étude de ce point particulier de l'organogénie des Fougères m'a fourni, depuis plus d'un an, des résultats que mes recherches plus récentes n'ont fait que confirmer. Ce sont ces résultats que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

» Les stolons des *Nephrolepis*, pourvus d'un cylindre central axile, dont j'ai démontré la structure caulinaire [2], conviennent le mieux pour ce genre de recherches. La cellule terminale de ces organes est pyramidale triangulaire; elle produit des segments latéraux qui bientôt se divisent chacun par deux cloisons tangentielles en trois sortes d'initiales : des

---

[1] Surtout depuis les récents travaux de M. Van Tieghem.

[2] *Comptes rendus*, 1885; *Sur la nature caulinaire des stolons des* Nephrolepis. Lyon, 1885.

initiales externes pour l'épiderme et l'écorce, des initiales moyennes pour l'endoderme et le péricycle et des initiales internes pour le reste du cylindre central. C'est aux dépens d'une cellule issue des initiales moyennes que se forme la racine. Cette cellule rhizogène, reconnaissable de très bonne heure à la première calotte de coiffe, n'est souvent séparée de la cellule terminale que par quelques segments plus jeunes que celui auquel elle appartient. L'initiale externe ou superficielle, qui la recouvre à ce moment, est encore indivise et restera telle au point qui correspond au sommet de la jeune racine; mais ailleurs elle contribuera, avec ses congénères, à former l'écorce et l'épiderme de la tige. En même temps, l'assise des initiales moyennes donne, par cloisonnements tangentiels *centrifuges*, un péricycle souvent double ou triple et en dernier lieu l'*endoderme*, qui est par conséquent l'*assise la plus externe* du cylindre central.

» En raison de difficultés matérielles, bien connues des botanistes, les Hyménophyllacées et les *Odontoloma* se prêtent moins bien à ces recherches que les *Nephrolepis*, bien que leur système conducteur soit également concentré dans l'axe de la tige. Néanmoins, l'arrangement de leur méristème terminal autour de la racine jeune permet encore de conclure à l'origine péricyclique de celle-ci. Il suffit, en effet, de remarquer que l'extrémité de la coiffe n'est recouverte que par une seule assise superficielle de la tige (initiale externe non cloisonnée en ce point) et que la base de la racine en formation est enchâssée dans la couche, qui plus tard se différenciera en péricycle et endoderme.

» Plusieurs Fougères, dont le système conducteur caulinaire forme un tube ou un réseau (*Microlepia*, *Pteris*, *Asplenium*, *Adiantum*, etc.), m'ont également fourni des préparations qui montrent la cellule rhizogène primordiale dans la région constituée par les initiales communes au péricycle et à l'endoderme. Dans ces plantes, comme dans les précédentes, l'extrémité de la racine très jeune est recouverte par une seule assise du tissu tégumentaire de la tige. C'est le cas de beaucoup le plus fréquent.

» L'*Athyrium filix-fœmina*, l'*Aneimia fraxinifolia*, l'Osmonde, les *Todea* et les Cyathéacées se comportent autrement. Chez ces plantes, l'initiale externe qui recouvre la cellule rhizogène, se cloisonnant plusieurs fois tangentiellement, produit une couche plus ou moins épaisse de tissu cortical que la racine doit percer pour apparaître au dehors.

» Dans la plupart des Fougères, les coupes longitudinales, passant à la fois par la cellule terminale de la tige et par une racine très jeune, per-

mettent seules de préciser le lieu d'origine de celle-ci. Les sections transversales peuvent bien présenter la cellule rhizogène, mais sont impuissantes à montrer ses rapports avec le tissu périphérique du cylindre central ou du faisceau d'où elle tire son origine à un moment où endoderme et péricycle ne sont pas encore différenciés. De semblables sections ne m'ont donné de résultats satisfaisants qu'avec l'*Adiantum gracillimum*, dont les faisceaux caulinaires ont un péricycle remarquablement épais, formé par quatre à six assises de cellules allongées radialement. Dans cette plante j'ai pu voir ainsi des racines jeunes n'ayant encore que deux calottes de coiffe et deux ou trois séries de segments latéraux, complètement enfoncées par leur base dans les assises du péricycle déjà double ou triple à ce moment.

» En résumé, la cellule mère de la racine latérale des Fougères se constitue au point végétatif de la tige, très près de la cellule terminale, dans une assise formée par des initiales donnant à la fois le péricycle et l'endoderme. L'origine des racines latérales des Fougères est donc la même que celle des racines latérales primaires des Phanérogames, à cette différence près que celles-ci naissent plus loin du sommet, là où, dans ces plantes, les tissus périphériques du cylindre central sont déjà spécialisés. »

GÉOLOGIE. — *Sur le terrain oligocène du Coudrai, près de Nemours, Seine-et-Marne.* Note de M. **Stanislas Meunier.**

« A la suite des très longues discussions dont le travertin de Château-Landon a été l'objet, les géologues sont à peu près unanimes aujourd'hui pour y voir une formation synchronique du calcaire de Brie proprement dit. Il repose directement sur la craie ou sur le poudingue siliceux dit de Nemours et si parfois des lambeaux de sables oligocènes le recouvrent, comme au bois du Tillet par exemple, le plus souvent, il n'est surmonté que par la terre végétale.

» C'est comme se rattachant à cette question très intéressante que je crois devoir signaler les faits que présentent en ce moment plusieurs coupes autour du Coudrai, à 9^{km} sud-est de Nemours, où se montrent des particularités stratigraphiques qui, à ma connaissance, n'ont pas encore été signalées.

» De grandes carrières d'où l'on tire en particulier, sous le nom de *pierre de Souppes,* les matériaux destinés au soubassement de la tour Eifel, font voir au-dessus du calcaire de Château-Landon, peu fossilifère et très

uniforme, une épaisseur inusitée de couches de recouvrement. En beaucoup de points, c'est une sorte de tuf sableux très calcaire, rempli de moules de coquilles marines et spécialement de gros *Natica crassatina*, Desh., et des *Osœa cyathula* Lamk., et *O. longirostris* id., mais en une localité on a la coupe plus compliquée que voici :

	m
4. Terre végétale..	0,30
3. Calcaire lacustre tubuleux, à peu près sans fossile.......	2,90
2. Sable blanc marin, très fossilifère, passant vers le bas à un tuf calcaire et argileux..............................	4,50
1. Calcaire lacustre (pierre de Souppes) exploité sur.......	6

» Le sable blanc n° 2, très pur vers le haut et plus ou moins agglutiné en grès friable, est plus marneux en bas, c'est-à-dire à son contact avec le calcaire de Château-Landon dont la surface supérieure est très sensiblement ondulée. Dans ce sable abondent de nombreuses espèces caractéristiques de l'oligocène : je citerai comme offrant une certitude spéciale de détermination : *Natica crassatina* Desh., *Cerithium plicatum* Brug., *C. conjunctum* Desh., *Xenophora Lyelliana* Bosquet, *Ostrœa cyathula* Lamk., *Cardita Bazini* Desh., *Cytherœa incrassata* Sow. On y recueille en outre de petites corbulomyes, des millioles, des pinces de Crustacés, etc.; un de mes compagnons y a pris sous mes yeux un gros pleurotome. Cette faune, qui n'est pas uniformément répartie dans toute l'épaisseur du sable, est remarquable à plus d'un titre et je me réserve de la soumettre ultérieurement à une étude complète.

» Pour le moment, je signalerai le très vif intérêt que présente, au Coudrai, la superposition du calcaire lacustre (n° 3 de la coupe) au sable oligocène. Quoique ses caractères pétrographiques soient rigoureusement ceux de la pierre de Souppes, à telles enseignes qu'on ne saurait certainement distinguer avec certitude leurs échantillons respectifs et malgré l'absence presque totale de fossiles, il est impossible de n'y point voir un correspondant du travertin supérieur ou de la Beauce. L'altitude est ici relativement faible et le sable de Fontainebleau se présente comme un simple incident marin au milieu d'une longue période lacustre. C'est l'exacte contre-partie de l'intercalation si fréquente du travertin de Saint-Ouen entre les sables de Beauchamp à *Cerithium tricarinatum* et les grès marins infra-gypseux. Ce fait tient sans doute aux oscillations verticales du sol qui, aux environs de Nemours, a subi, durant les temps tertiaires, des vicissitudes tout autres que celles dont ont gardé les traces les couches du même âge au nord de Paris. »

M. J. Vinot informe l'Académie qu'un certain nombre de ses correspondants ont observé le bolide du 17 juin dernier.

M. J.-B. Lehmann adresse la description d'un procédé pour la conservation des substances alimentaires et autres, au moyen du gaz acide carbonique.

M. E. de Solminihac adresse une Note sur « la force centrifuge appliquée au tannage ».

M. J.-F. Schön adresse une Note relative à une machine hydraulique, combinée avec une machine à air comprimé.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 11 juillet 1887.

Œuvres scientifiques de Michel-Eugène Chevreul, doyen des étudiants de France (1806-1886); *par* Godefroy Malloizel, avec une introduction de M. J. Desnoyers et une préface de M. Charles Brongniart. Rouen, Julien Lecerf, 1886; gr. in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Congrès astrophotographique international tenu à l'Observatoire de Paris pour le levé de la Carte du Ciel (avril 1887). Paris, Gauthier-Villars, 1887; in-4°. (Deux exemplaires.) (Présenté par M. Mouchez.)

Sur le magnétisme terrestre et la géodésie expéditive; par M. Antoine d'Abbadie. Le Caire, Jules Barbier, 1887; br. in-8°.

Les fumeurs d'opium en Chine. Étude médicale; par le Dr H. Libermann. Boulogne-sur-Mer, Vve Charles Aigre, 1886; br. in-8°. (Présentée par M. Charcot.)

La vigne phylloxérée. Sa guérison radicale par le fraisier; par Vve Amélia de Bompar. Paris, Dentu et Cie, 1887; br. in-18.

Conférences sur la Science et l'Art industriel. Bibliothèque municipale professionnelle d'Art et d'Industrie FORNEY). Paris, J. Michelet, 1886; in-18.

Les plantes des champs et des bois. Excursions botaniques; par GASTON BONNIER. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1887; gr. in-8°. (Présenté par M. Duchartre.)

Il problema risoluto. Saggio; per l'avvocato VINCENZO AMICARELLI; Libro primo, Parte prima. Trani, V. Vecchi, 1887; in-8°.

Atti dell' Accademia gioenia di Scienze naturali in Catania; serie terza, Tomo XIX. Catania, C. Galatola, 1886; in-4°.

Magnetical and meteorological observations made at the Government observatory. Bombay, 1885; in-f°.

Results of the meteorological observations made at the blue hill meteorological observatory, Massachussets, U. S. A., in the year 1886, *under the direction of* A. LAWRENCE ROTCH. Boston, Alfred Mudge and son, 1887; gr. in-4°.

Beobachtungen über die periodischen Erscheinungen des Pflanzenlebens in Finland, 1883; zusammengestellt von Dr A.-Osw. KIHLMANN. Helsingfors, 1886; in-4°.

Untersuchungen über Heterogenese II. Die Hæmatocyten; von Dr A.-P. FOKKER. Gröningen, P. Noordhoff, 1887; br. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 4 juillet 1887.)

Page 23, ligne 15, après le mot subordonnés, *lisez :* si le rapport de l'une des masses à l'autre n'est pas trop grand.

Page 25, ligne 12, *au lieu de* et même, *lisez* parfois même.

Page 26, ligne 17, après la formule $N'' = 2\sqrt{\mu}$, *lisez :* Cette valeur de N″ est toujours un *maximum,* pour chaque valeur donnée de μ; en d'autres termes, N″ est moindre que $2\sqrt{\mu}$ pour toute autre valeur de $\lambda <$ ou > 1, et varie suivant une loi que j'ai dû, pour abréger, rejeter dans le *Tirage à part* de la présente Note. E. DE J.

Page 27, ligne 1, *au lieu de* $\frac{C}{\lambda\alpha}$, *lisez* $\frac{C}{\lambda^{\alpha}}$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 JUILLET 1887.

PRÉSIDENCE DE M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Darboux** présente à l'Académie la première Partie d'un Ouvrage intitulé : « Leçons sur la théorie générale des surfaces et sur les applications géométriques du Calcul infinitésimal ».

Cet Ouvrage constitue le développement des Leçons que M. Darboux a faites à la Sorbonne de 1882 à 1885.

THERMOCHIMIE. — *Sur le passage entre la série aromatique et la série grasse.* Note de MM. **Berthelot** et **Recoura**.

« C'est un des problèmes qui préoccupent le plus les chimistes de notre temps que celui du passage entre les deux grandes séries qui partagent la Chimie organique. Par voie synthétique, ce passage s'accomplit de la façon

la plus nette dans la transformation polymérique de l'acétylène en benzine et dans les réactions pyrogénées congénères. Mais le passage au sein des êtres vivants est plus obscur. Cependant il a reçu quelque lumière des expériences de M. Prunier sur la quercite et de M. Maquenne sur l'inosite, matières sucrées qui se changent en dérivés quinoniques par des phénomènes de déshydratation :

$$\underbrace{C^{12}H^{12}O^{12}}_{\text{Inosite.}} - 4H^2O^2 = \underbrace{C^{12}H^4O^4}_{\text{Quinon.}}$$

$$\underbrace{C^{12}H^{12}O^{10}}_{\text{Quercite.}} + O^2 - 4H^2O^2 = \underbrace{C^{12}H^4O^4}_{\text{Quinon.}}$$

» L'acide quinique, rattaché, d'une part, au quinon par des réactions analogues, peut, d'autre part, être regardé comme un dérivé formique (¹) de la quercite, alcool polyatomique, au même titre que l'acide benzoïque est un dérivé formique du phénol :

$$\underbrace{C^{12}H^6O^2}_{\text{Phénol.}} + \underbrace{C^2H^2O^4}_{\text{Ac. formique.}} - H^2O^2 = \underbrace{C^{14}H^6O^4}_{\text{Ac. benzoïque.}}$$

$$\underbrace{C^{12}H^{12}O^{10}}_{\text{Quercite.}} + \underbrace{C^2H^2O^4}_{\text{Ac. formique.}} - H^2O^2 = \underbrace{C^{14}H^{12}O^{12}}_{\text{Ac. quinique.}}$$

» De là résulte une réaction, facile à annoncer, pour tenter la synthèse de l'acide quinique au moyen de l'éther cyanhydrique de la quercite.

» Nous avons pensé qu'il pouvait être utile de contrôler ces relations par la mesure des chaleurs de formation de ces divers principes. Ces chaleurs de formation se déduisent elles-mêmes des chaleurs de combustion.

» I. *Quercite :* $C^{12}H^{12}O^{10} = 164$.

P.	Δt.	Chaleur de combustion pour 1gr.
1gr,7442	3°,171	4Cal,331
1gr,5775	2°,868	4Cal,329
Moyenne		4Cal,330

soit pour le poids moléculaire : $+710^{Cal},1$ à volume constant; $+709^{Cal},8$ à pression constante. On en déduit la chaleur de formation :

C^{12} (diamant) $+ H^{12} + O^{10} = C^{12}H^{12}O^{10}$ quercite crist. .... $+268^{Cal},2$

(¹) Carboxylique dans la notation atomique.

» II. *Inosite* : $C^{12}H^{12}O^{12} = 180$. — Échantillon donné obligeamment par M. Maquenne, séché à 110°.

P.	Δt.	Chaleur de combustion pour 1gr.
1gr,4162	2°,209	3Cal,710
1gr,6495	2°,560	3Cal,697
Moyenne		3Cal,703

soit pour le poids moléculaire $C^{12}H^{12}O^{12}$: $+ 666^{Cal},5$ à volume constant et à pression constante.

» Chaleur de formation :

$$C^{12}\,(\text{diamant}) + H^{12} + O^{12} = C^{12}H^{12}O^{12}\ \text{inosite crist.} \dots\dots \quad +311^{Cal},5.$$

» Ce nombre est voisin de celui de la chaleur de formation des glucoses (vers 301^{Cal}), mais un peu plus fort (1).

» III. *Acide quinique* : $C^{14}H^{12}O^{12} = 192$. — On a séché le produit entre 120° et 130°.

» Son inflammation a offert quelque difficulté. Dans la première expérience, elle a eu lieu directement; dans la seconde, on a employé une amorce de naphtaline pesant 0gr,1512.

P.	Δt.	Chaleur de combustion pour 1gr.
1gr,6236	2°,965	4Cal,354
1gr,8285	3°,932	4Cal,330
Moyenne		4Cal,342

soit pour le poids moléculaire : $+ 833^{Cal},7$ à pression constante et à volume constant.

» Formation par les éléments

$$C^{14}\,(\text{diamant}) + H^{12} + O^{12} = C^{14}H^{12}O^{12}\ \text{ac. quinique crist.} \dots\dots \quad +238^{Cal},3$$

(1) La chaleur de combustion de la glucose proprement dite a été trouvée, dans nos essais publiés, égale à $+ 677^{Cal},2$. Toutefois, nous devons dire qu'il est fort difficile d'arriver à des résultats absolument certains pour la glucose. Des mesures plus récentes nous ont donné seulement $+ 669^{Cal}$. Ces variations paraissent dues à la difficulté d'amener la glucose à un état de déshydratation absolument fixe, sans en modifier l'état moléculaire, lequel est changé, comme on sait, par l'échauffement et la fusion. Peut-être aussi la glucose retient-elle quelque peu des dissolvants alcooliques employés pour la purifier. La glucose est difficile à enflammer.

On déduit de ces données

$$\underbrace{C^{12}H^{12}O^{10}}_{\text{Quercite.}} + O^2 = \underbrace{C^{12}H^{12}O^{12}}_{\text{Inosite.}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad + 43^{\text{Cal}},3$$

Ce nombre est intermédiaire entre la chaleur de transformation de la benzine en phénol ($+ 36^{\text{Cal}},6$) et celle du phénol en hydroquinon ($+ 52^{\text{Cal}},2$).

» On a encore

$$\underbrace{C^{12}H^{12}O^{10}}_{\text{Quercite.}} + \underbrace{C^2H^2O^4}_{\text{Ac. formique.}} = \underbrace{C^{14}H^{12}O^{12}}_{\text{Ac. quinique.}} + \underbrace{H^2O^2}_{\text{Eau.}} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad + 53^{\text{Cal}},9$$

valeur comparable à la chaleur dégagée dans le changement du phénol en acide benzoïque

$$\underbrace{C^{12}H^6O^2}_{\text{Phénol.}} + \underbrace{C^2H^2O^4}_{\text{Ac. formique.}} = \underbrace{C^{14}H^6O^4}_{\text{Acide benzoïque.}} + \underbrace{H^2O^2}_{\text{Eau.}} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad + 36^{\text{Cal}},6$$

» Remarquons encore que le changement de l'inosite en quinon, par déshydratation,

$$C^{12}H^{12}O^{12} = C^{12}H^4O^4 + 4H^2O^2, \text{ dégagerait} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad + 9^{\text{Cal}},7$$

C'est un exemple de déshydratation avec changement de fonction, mais sans condensation moléculaire, accomplie avec dégagement de chaleur, contrairement à ce qui arrive dans les déshydratations ordinaires. Ce dégagement de chaleur exceptionnel résulte des changements survenus dans les liaisons du carbone, par le fait de la transformation d'une molécule grasse en molécule aromatique.

» De même le changement de la quercite en hydroquinon

$$C^{12}H^{12}O^{10} = C^{12}H^6O^4 + 3H^2O^2, \text{ dégagerait} \ldots \quad +24^{\text{Cal}},9$$

» Le changement de l'acide quinique en un acide oxybenzoïque correspondant dégagerait bien davantage

$$C^{14}H^{12}O^{12} = C^{14}H^6O^6 + 3H^2O^2 \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +98^{\text{Cal}},7$$

» Rappelons ici que la condensation de l'acétylène en benzine répond à un dégagement de $+171^{\text{Cal}}$, incomparablement supérieur à la chaleur dégagée par la formation des polymères ordinaires, tels que le diamylène ($+11^{\text{Cal}},8$) et les aldéhydes condensés.

» Ainsi, dans tous ces cas, le passage d'un corps de la série grasse à un

corps de la série aromatique par déshydratation est accompagné par un dégagement de chaleur considérable, c'est-à-dire par une déperdition d'énergie, correspondant avec l'excès de stabilité acquis par le noyau hydrocarboné fondamental. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *De l'emploi de l'acide perruthénique dans les recherches histologiques, et de l'application de ce réactif à l'étude des vacuoles des cellules caliciformes.* Note de M. L. **Ranvier.**

« J'ai montré, il y a déjà plusieurs années, que les cellules caliciformes contiennent des vacuoles. Je ne reviendrai pas aujourd'hui sur l'apparition, la disposition, l'agrandissement, la confluence et le déplacement des vacuoles des cellules caliciformes vivantes, ni sur le rôle de la vacuolisation dans la sécrétion du mucus. Je rappellerai seulement que, dans une Communication récente ([1]), j'ai insisté sur une méthode nouvelle qui permet d'obtenir des préparations démonstratives des vacuoles des cellules caliciformes. Cette méthode consiste à faire agir sur les tissus frais les vapeurs d'acide osmique ou perosmique, OsO^4, en présence de l'étain métallique. Il se produit ainsi une substance brune qui se fixe sur le mucigène et le colore, tandis que les vacuoles restent claires et ne présentent pas de coloration. Ne trouvant dans les Ouvrages de Chimie aucun renseignement sur cette curieuse réaction, je me suis adressé à notre éminent confrère M. Debray qui a fait une étude si complète des métaux que l'on trouve dans le minerai de platine, l'osmium en particulier. M. Debray me donna un rendez-vous dans son laboratoire de l'École Normale et m'y montra que l'acide perruthénique, RuO^4, se réduit d'une manière bien plus active que l'acide osmique en présence des matières organiques.

» Cela ne me renseigna guère sur l'action combinée de l'acide osmique et de l'étain sur les éléments anatomiques; mais, grâce à l'extrême obligeance de M. Debray, j'entrai en possession d'une certaine quantité d'acide perruthénique.

» Avant d'exposer les résultats auxquels m'ont conduit les recherches que j'ai faites avec l'acide perruthénique, je crois nécessaire de revenir sur quelques-unes des propriétés de l'acide osmique.

([1]) *Des vacuoles des cellules caliciformes*, etc. (*Comptes rendus*, 21 mars 1887).

» L'acide osmique est un réactif colorant d'une grande puissance. Il colore en noir la goutte graisseuse des cellules adipeuses, la myéline des tubes nerveux, le membre externe des cônes et des bâtonnets de la rétine, la couche cornée de l'épiderme. Il donne seulement une teinte brune plus ou moins accusée au protoplasma des cellules, aux globules rouges du sang, aux granulations ou gouttelettes d'éléidine, au zymogène du pancréas et autres glandes, au nucléole de quelques cellules. Il ne colore pas du tout le mucigène des cellules caliciformes. Il ne colore pas davantage les vacuoles que ces cellules contiennent, pas plus que les autres vacuoles en général, celles des globules rouges du sang des batraciens, par exemple.

» Lorsque l'on veut déterminer la réaction de l'acide osmique sur les éléments de l'organisme, on les plonge à l'état frais, vivants pour ainsi dire, dans une solution du réactif, ou bien on les expose aux vapeurs qui se dégagent, à la température ambiante, de l'acide solide ou dissous dans l'eau distillée.

» D'habitude, pour faire agir sur les tissus l'acide osmique en vapeur, on verse dans un godet de porcelaine ou de verre quelques centimètres cubes d'une solution de cet acide à 1 pour 100. On recouvre le godet d'une plaque de verre, à la face inférieure de laquelle se trouve maintenu, par capillarité, dans une goutte de liquide indifférent, du sérum du sang par exemple, la membrane ou le fragment de tissu que l'on se propose de soumettre à l'action du réactif. Le godet est alors placé dans une assiette sur une mince couche d'eau et on le recouvre d'une petite cloche de verre. Les vapeurs d'acide osmique se répandent dans l'espace limité par la cloche, se dissolvent dans l'eau sur laquelle elle repose et de là diffusent dans l'air extérieur. Si donc la réaction doit durer plusieurs heures, comme dans les expériences que je décrirai bientôt, il faut adopter une disposition un peu différente : au lieu d'eau, il faut mettre au fond de l'assiette une couche de cire à modeler, à la surface de laquelle on étend une lame mince de caoutchouc. C'est sur cette lame que l'on place le godet contenant la solution d'acide osmique et la cloche qui le recouvre. Les bords de celle-ci doivent déprimer la cire à modeler pour qu'il y ait une obturation complète et que les vapeurs osmiques ne se répandent pas dans l'atmosphère.

» J'employai d'abord ce petit appareil pour préparer la membrane rétrolinguale de la grenouille, maintenue en extension sur le disque de ma

chambre humide, au moyen d'un anneau de platine, comme je l'ai décrit et figuré dans une Note antérieure ([1]). Puis je m'en servis pour faire agir la vapeur d'acide perruthénique sur la même membrane. Je n'ai rien à ajouter relativement à l'action de l'acide osmique seul, ou de l'acide osmique et de l'étain métallique sur les cellules caliciformes comprises dans le revêtement épithélial de cette membrane; mais je décrirai en détail les modifications qu'elles subissent sous l'influence de l'acide perruthénique.

» La solution d'acide perruthénique, qui m'a été donnée par M. Debray, n'a pas été titrée. Elle est assez fortement colorée, et, lorsqu'on recouvre d'une feuille de papier blanc un verre, dans lequel on en a versé 2^{cc} ou 3^{cc}, ce papier noircit assez rapidement. Du reste, peu importait le titre de la solution, puisque je devais l'employer pour dégager des vapeurs dans l'espace clos du petit appareil dont il vient d'être question.

» La réduction de l'acide perruthénique par les tissus frais se fait si facilement et avec une si grande rapidité, que la membrane rétrolinguale de la grenouille, quoiqu'elle contienne des éléments bien différents, un épithélium formé de cellules caliciformes, de cellules vibratiles et de cellules sensorielles, des vaisseaux plus ou moins remplis de globules sanguins, des faisceaux musculaires striés, des nerfs, des cellules ganglionnaires, du tissu conjonctif, etc., devient complètement noire, lorsqu'on l'a laissée quelques minutes seulement dans la vapeur d'acide perruthénique.

» Si l'on abrège progressivement le séjour de la membrane dans cette vapeur, on observe qu'elle est noircie dans une épaisseur de moins en moins grande, mais tous les éléments compris dans une même couche sont également noircis. J'ai même vu, dans les cas où le contact de la membrane rétrolinguale et de l'acide perruthénique avait été de très courte durée, la coloration noire porter uniquement sur les cils des cellules du revêtement épithélial. Ces cils, à un grossissement de 400 à 500 diamètres, se montraient alors comme un champ de blé dont les épis seraient noirs.

» Ces premières expériences, dans lesquelles je fis agir l'acide perruthénique sur les tissus frais, conduisaient à ne pas espérer grand'chose d'un réactif privé de toute élection sur les éléments de l'organisme et agissant sur tous avec la même brutalité. Cependant une hypothèse m'a conduit à l'utiliser et même à en obtenir des résultats intéressants. Cette hypothèse

---

([1]) *Loc. cit.*

repose sur un certain nombre de faits relatifs aux réactions histologiques de l'acide osmique.

» Comme on le sait, les éléments les plus délicats de l'organisme, par exemple les cônes et les bâtonnets de la rétine, les cellules lymphatiques en pleine activité amiboïde sont si bien fixés par l'acide osmique que l'eau ne modifie plus leur forme. J'ajouterai que la gélatine gonflée dans l'eau froide, qui se dissout si complètement sous l'influence de la chaleur, résiste à l'ébullition prolongée, si elle a été traitée préalablement par l'acide osmique. Il est probable que, dans ces diverses réactions, il se fait une combinaison de l'osmium et de la substance organique, une sorte de métallisation de celle-ci.

» Si l'on admet maintenant que les éléments les moins noircis par l'acide osmique sont les moins métallisés, et par conséquent possèdent la plus grande proportion de substance organique disponible, on sera conduit à penser que, dans une membrane rétrolinguale traitée par l'acide osmique, le mucigène resté incolore doit être encore capable de réduire énergiquement l'acide perruthénique, tandis que cet acide sera moins fortement et surtout moins rapidement réduit par d'autres substances qui ont été plus complètement modifiées ou métallisées par l'acide osmique.

» Les faits que je vais décrire maintenant sont d'accord avec cette manière de voir :

» Lorsque la membrane rétrolinguale a été maintenue en présence des vapeurs osmiques pendant dix à douze heures, les cellules caliciformes se montrent, à un grossissement de 150 à 300 diamètres, comme autant de cercles clairs et incolores, dans lesquels on aperçoit vaguement le réticulum protoplasmique de ces cellules très légèrement teinté de brun. Soumise alors à l'action de la vapeur d'acide perruthénique, la membrane noircit, mais moins rapidement que si elle n'avait pas subi l'action de l'acide osmique, et, de tous les éléments qu'elle contient, *les cellules caliciformes sont les premières qui deviennent noires*. Elles sont parfaitement nettes dans des préparations de la membrane rétrolinguale qui a été traitée dix heures par l'acide osmique, et trois minutes par l'acide perruthénique.

» Ces préparations se conservent très bien, soit dans la glycérine, soit dans la résine dammar. J'en ai plusieurs qui ont été faites le mois d'avril de cette année et qui sont aussi belles que le premier jour. Les cellules caliciformes y sont admirablement dessinées ; leur mucigène seul est coloré en noir; leurs vacuoles sont incolores.

» Dans quelques-unes de ces préparations, les globules rouges contenus

dans les vaisseaux sanguins sont colorés en brun et les vacuoles qu'ils contiennent ne sont pas colorées ; du reste, si l'on soumet directement à la vapeur d'acide perruthénique une mince couche de sang de grenouille étendue sur une lame de verre, les globules rouges deviennent rapidement noirs, mais leurs vacuoles restent claires. Comme l'acide perruthénique se réduit en présence de toute matière organique, même la cellulose, en la colorant en noir, les vacuoles, au moins celles des cellules caliciformes et des globules rouges du sang des batraciens, sont très probablement dépourvues de toute substance organique. Elles renfermeraient seulement de l'eau et des sels inorganiques. Cette constitution des vacuoles des cellules caliciformes répond bien à la théorie du mécanisme intime de la sécrétion que j'ai proposée dans une récente Communication [1].

» En terminant, j'ajouterai que j'ai essayé de faire agir directement la solution d'acide perruthénique sur les tissus frais ; mais, jusqu'à présent, je n'en ai obtenu aucun résultat satisfaisant. Son action ne dépasse pas une couche extrêmement mince des fragments de tissus que l'on y place. Dans cette couche, tout est noir. Par exemple, les fibres nerveuses à myéline sont aussi noires au niveau de leurs étranglements annulaires que dans le reste de leur étendue. »

PHYSIOLOGIE. — *Locomotion comparée : mouvement du membre pelvien chez l'homme, l'éléphant et le cheval.* Note de MM. **Marey** et **Pagès**.

« Des recherches récentes sur la locomotion de l'éléphant et du cheval nous ont permis d'établir les analogies et les différences que présente le mouvement du membre postérieur de ces deux quadrupèdes, comparé au mouvement du membre inférieur de l'homme.

» Notre parallèle portera successivement sur les allures marchées et sur les allures sautées communes aux trois types que nous voulons considérer.

I. — ALLURES MARCHÉES.

» Contrairement à ce qui a été admis jusqu'ici, il existe, dans l'allure marchée des quadrupèdes désignée sous le nom de *pas*, une période de double appui plus prononcée dans le bipède postérieur que dans le bipède antérieur. Nous n'insisterons pas, pour l'instant, sur cette phase impor-

---

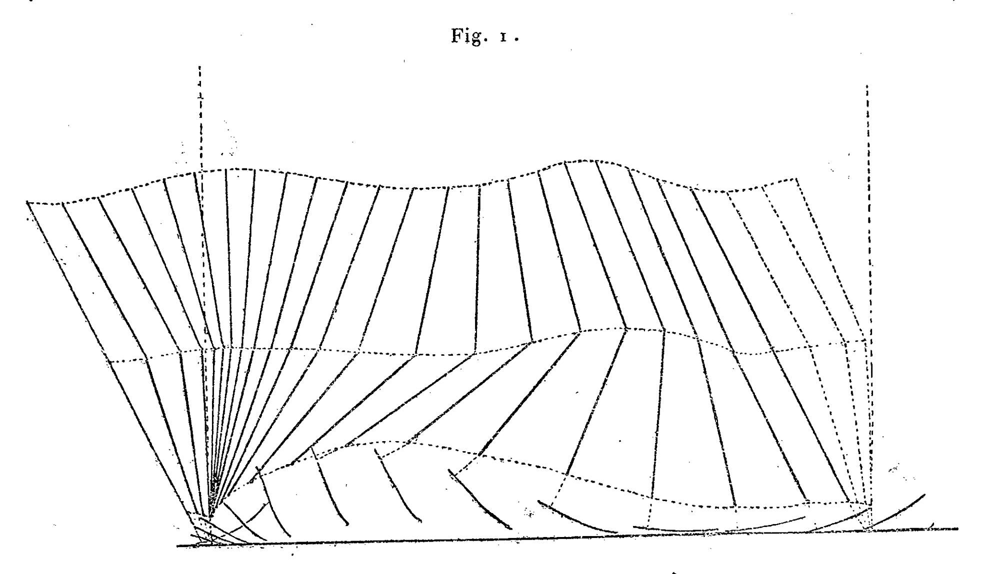
[1] *Loc. cit.*

tante du déplacement, ni sur ses conséquences au point de vue du rythme propre à cette allure; nous ferons remarquer simplement que, au point de vue du mouvement du membre pelvien, elle permet d'assimiler complètement le pas des quadrupèdes à la marche de l'homme.

» MARCHE DE L'HOMME, PAS DE L'ÉLÉPHANT ET DU CHEVAL. — Dans les *fig.* 1, 2 et 3, relatives aux allures marchées, et dans les suivantes, nous avons choisi comme échelle commune la longueur absolue du membre pelvien, c'est-à-dire la somme des longueurs des différents rayons qui le constituent.

» A. *Période d'appui.* — Dans les trois types considérés, la période d'appui comprend trois phases distinctes caractérisées : la première par le raccourcissement, la deuxième par la rotation, la troisième par l'allonge-

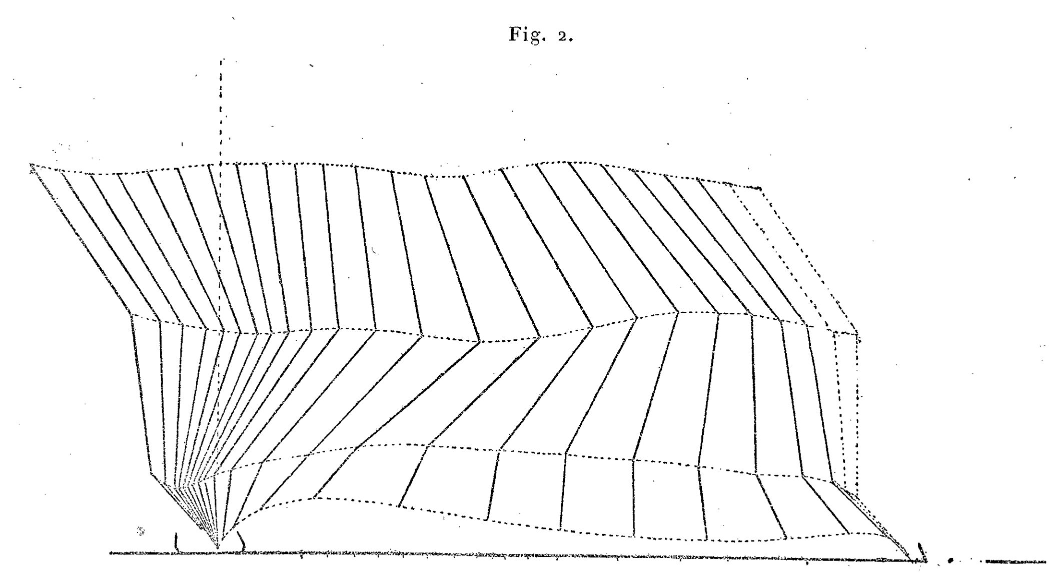
Fig. 1.



ment du membre pelvien. Pendant la première phase se produit l'annulation graduelle de la réaction du sol : nous proposons de désigner cette première fonction du membre à l'appui sous le nom d'*amortissement de la réaction verticale du sol;* durant la deuxième phase, le membre pelvien, jouant le rôle de rayon tournant autour du point d'appui du pied sur le sol, élève le niveau de la hanche : nous appellerons cette phase *rotation simple;* enfin, pendant la dernière phase, qui commence dès que la hanche a dépassé la verticale passant par le pied, le membre pelvien pousse le corps en avant : nous conserverons à cette troisième fonction le nom d'*impulsion* qu'on lui a si justement donné.

» Il en résulte donc que, chez l'homme, l'éléphant et le cheval, le membre pelvien à l'appui fait successivement de l'amortissement, de la rotation et de l'impulsion, ce que traduit la trajectoire de la hanche qui s'abaisse d'abord au moment de la chute, décrit ensuite sensiblement un arc de cercle jusqu'à la verticale passant par le pied, puis s'élève en parcourant une courbe convexe supérieurement, pour s'abaisser de nouveau à la fin de l'appui, lorsque l'impulsion est terminée.

Fig. 2.



» Ce mouvement total étant le résultat des mouvements partiels qu'accomplissent les différents rayons du membre, il est intéressant de voir le rôle de chacun de ces segments chez des animaux aussi différemment conformés que ceux qui nous occupent.

» Tandis que, chez l'homme, l'amortissement a lieu uniquement par la flexion du genou et du tarse, cette fonction est remplie en outre, chez l'éléphant, par l'écrasement du pied et par la divergence des rayons digités qui en est inséparable. Pour le cheval, le raccourcissement initial du membre résulte bien moins de la fermeture du genou et du tarse que de l'abaissement et de la rétrogradation de l'articulation métatarso-phalangienne [1]. Il est à remarquer que, grâce aux puissances élastiques (ligament suspenseur du boulet, etc.) qui soutiennent cette articulation,

---

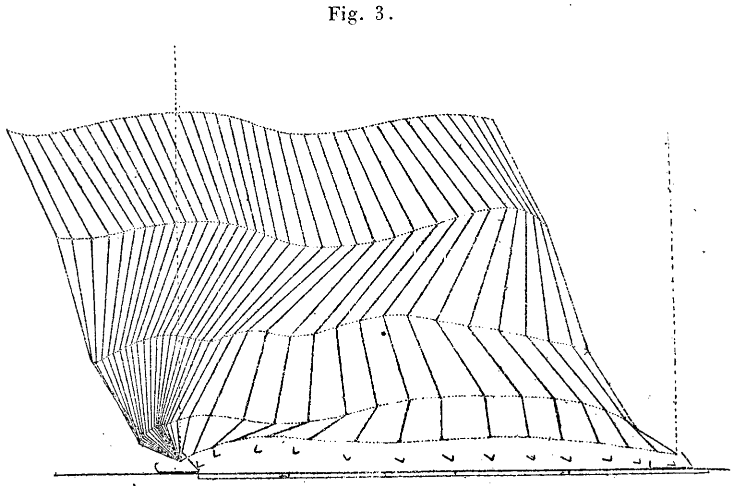
(1) *Voir* la Note du 12 octobre 1885.

l'amortissement se fait ici, en partie, par l'intervention d'organes absolument élastiques qui restituent au moment de l'impulsion la force qu'ils ont emmagasinée au moment de la chute.

» Deux rayons seulement, le fémur et le tibia, participent dans l'homme au mouvement de rotation; chez l'éléphant, le rôle joué par les doigts, dans cette phase, est peu considérable, tandis que, chez le cheval, le rayon phalangien et le métatarse prennent une large part au mouvement total.

» Pendant l'impulsion, l'allongement du membre inférieur de l'homme résulte d'abord de l'extension du genou, puis du soulèvement du talon; l'allongement du membre postérieur de l'éléphant est produit par les

Fig. 3.



mêmes segments, mais l'extension de l'articulation du tarse y est beaucoup moins prononcée; dans le cheval, il dépend à la fois de l'extension du genou, de celle du tarse et de celle du boulet.

» Quoique nous négligions pour le moment les variations de vitesse, nous devons signaler comme un fait très intéressant le ralentissement notable du boulet au moment de l'impulsion, ainsi que l'on pourra s'en convaincre par l'examen de la *fig.* 3.

» B. *Période de soutien.* — Cette période comprend deux phases distinctes : la première, très courte, pendant laquelle le membre se raccourcit; la deuxième, comprenant au moins les $\frac{4}{5}$ du soutien, pendant laquelle le membre s'allonge.

» Le raccourcissement du membre inférieur de l'homme et du membre

postérieur de l'éléphant résulte surtout de la flexion du tibia sur le fémur; celui du membre postérieur du cheval est la conséquence, non seulement de la fermeture du genou, mais aussi de celle du tarse et plus encore de celle du boulet.

» L'allongement du membre offre des considérations analogues. La présence, chez le cheval, d'une corde inextensible en avant du genou et du tarse (portion tendineuse de l'extenseur antérieur du métatarse) rend la flexion du tarse solidaire de celle du genou, et fait que le fémur et le métatarse occupent, l'un par rapport à l'autre, une direction constante.

» Remarquons que, pendant le soutien chez le cheval, les rayons inférieurs (métatarse et phalanges), relativement grêles, prennent une large part au soulèvement du pied et diminuent d'autant la flexion du genou, qui eût mis en mouvement des masses bien plus considérables.

II. — ALLURES SAUTÉES.

» Le trot du cheval correspond incontestablement à la course de l'homme; mais les éléphants sur lesquels nous avons expérimenté (éléphants des Cinghalais) n'avaient pas, à proprement parler, d'allure sautée. Lorsqu'on les forçait à aller très vite, l'un des membres postérieurs touchait le sol au moment où l'autre se levait, et le mouvement de ces organes se rapprochait alors sensiblement de ce qui se passe chez l'homme au moment de la transition de la marche à la course ([1]).

» COURSE DE L'HOMME; ALLURE RAPIDE DE L'ÉLÉPHANT; TROT DU CHEVAL (*fig.* 4, 5 et 6). — A. *Période d'appui.* — Au début de chaque appui, le pied exerce sur le sol une pression qui, pour le même animal, dépend de la rapidité du déplacement. Par suite, l'amortissement est ici beaucoup plus intense que dans le pas; comme il ne prend fin que lorsque la hanche a dépassé la verticale passant par le pied, il n'y a pas, dans les allures sautées, de phase de rotation simple, et le membre à l'appui remplit deux fonctions seulement : amortissement et impulsion.

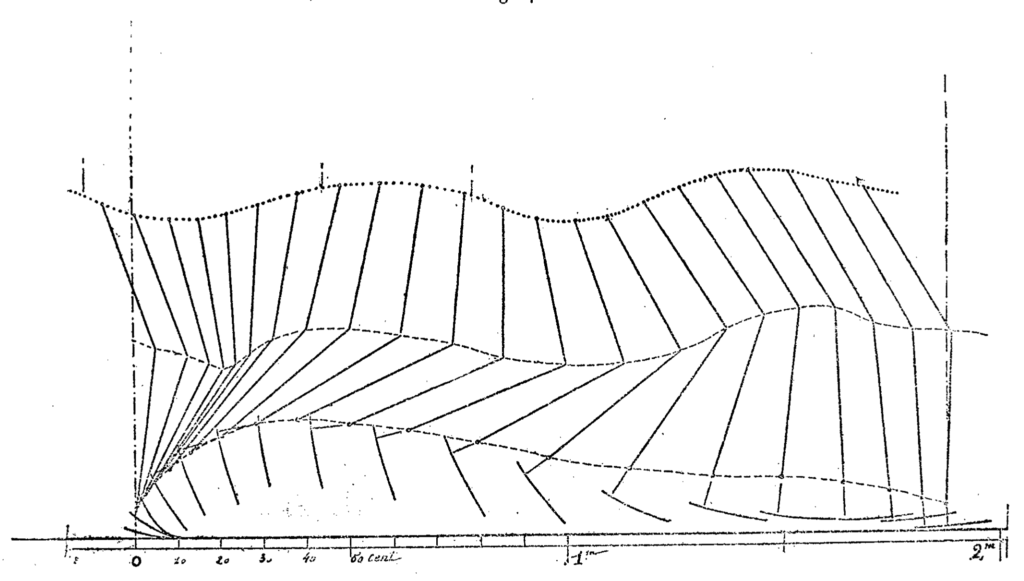
» Chez l'homme, le raccourcissement du membre inférieur et l'abaissement notable de la hanche qui en résulte dépendent uniquement de la flexion du genou et du tarse; chez l'éléphant, il y a en outre écrasement du pied et écartement des rayons digités; chez le cheval, le double mouve-

---

([1]) L'allure du galop n'existant ni chez l'homme ni chez l'éléphant, nous ne la ferons pas entrer dans ce parallèle.

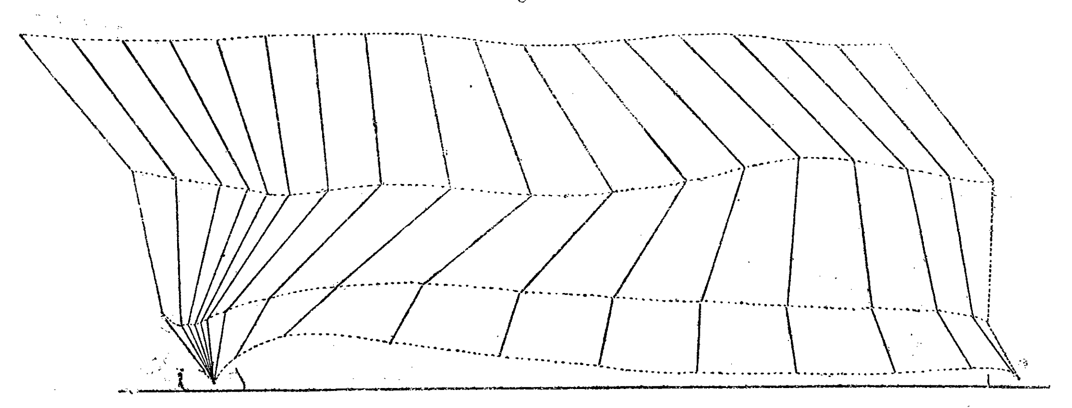
ment d'abaissement et de rétrogradation du boulet que nous avons déjà signalé devient très intense, le genou et le tarse se ferment aussi, mais beaucoup moins, relativement, que dans les deux espèces précédentes.

Fig. 4.



» L'allongement du membre et le soulèvement de la hanche, qui en est la conséquence, résultent, pour l'homme et l'éléphant, de l'extension du

Fig. 5.

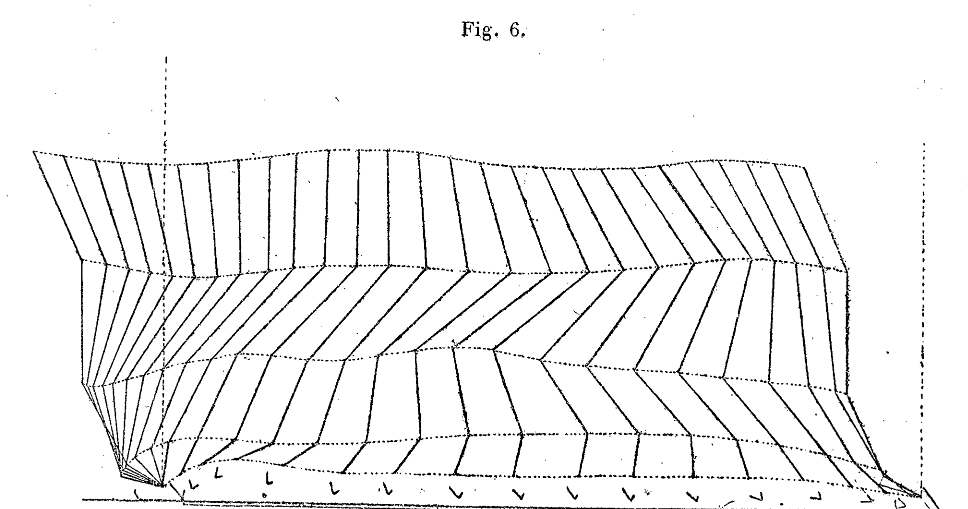


genou et du tarse; pour le cheval, de l'ouverture de ces deux articula tions et surtout de celle du boulet.

» Dans l'homme, le soulèvement rapide du talon se traduit dans le genou par une ascension brusque que l'on ne retrouve pas au même degré dans l'éléphant et le cheval.

» B. *Période de soutien.* — Dans les trois types qui nous occupent, la trajectoire de la hanche présente également deux maxima correspondant aux suspensions pour l'homme et le cheval, à la transition de deux appuis

Fig. 6.



pour l'éléphant, et un minima synchronique de l'appui du membre opposé. Les flexions articulaires du membre sont plus prononcées dans l'homme que dans l'éléphant, dans l'éléphant que dans le cheval; le tibia de l'homme se fléchit fortement au début du soutien pour porter le pied à une certaine hauteur, alors que, dans le cheval, cette fonction est remplie par la flexion des phalanges sur le métatarse.

» Pour ce dernier type, on voit ici bien plus manifestement que dans l'allure du pas la solidarité du mouvement du genou et du tarse, dont nous avons donné plus haut la raison anatomique.

» *En résumé,* dans les allures sautées aussi bien que dans les allures marchées, le mouvement du membre pelvien reste essentiellement le même chez l'homme, l'éléphant et le cheval; ce qui varie, c'est la part de chacun des organes qui y concourent.

» 1° Entre l'homme et l'éléphant les différences sont faibles; elles tiennent à ce que, chez l'homme, le pied ne s'écrase pas sensiblement,

tandis que, chez l'éléphant, un énorme coussinet plantaire qui fait de cet animal un intermédiaire entre les plantigrades et les digitigrades, la disposition des rayons phalangiens pouvant s'éloigner l'un de l'autre permettent l'écrasement de l'organe d'appui.

» 2° Entre l'homme ou l'éléphant et le cheval, les différences sont beaucoup plus grandes.

» La disposition anatomique et le développement énorme du pied du cheval font que cette partie du membre peut remplir trois fonctions distinctes :

» *a*. Par le sabot situé à l'extrémité libre, il sert comme organe d'appui;

» *b*. Par ses mouvements articulaires, très étendus, il réduit au minimum le travail nécessaire à l'élévation du pied pendant le soutien;

» *c*. Enfin et surtout, par l'articulation métatarso-phalangienne et ses organes de soutènement, il constitue un puissant appareil amortissant et restitutif qui n'existe au même degré chez aucun autre quadrupède. »

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *A. Terquem*, Correspondant pour la Section de Physique, décédé à Lille le 16 juillet 1887.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Secrétaire perpétuel, en remplacement de feu M. *Vulpian*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 41,

M. Pasteur obtient. . . . . 39 suffrages.

Il y a deux bulletins blancs.

M. **Pasteur**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Cor-

respondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de feu M. *de Siebold*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 31,

M. Cotteau obtient.	29 suffrages.
M. Marion »	2 »

M. **Cotteau**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Sur les mœurs du Phylloxera, et sur l'état actuel des vignobles.* Lettre de M. **P. Boiteau** à M. le Secrétaire perpétuel.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Villegouge, le 9 juillet 1887.

» Comme les années précédentes, et pour la sixième fois, je vais donner à l'Académie connaissance des observations et des études que j'ai faites, en 1886, sur les mœurs du Phylloxera et sur les effets des traitements qui lui ont été opposés.

» L'année 1886 a été encore très mauvaise pour les viticulteurs, qui n'ont eu qu'une récolte insignifiante, à la suite des intempéries du printemps. Le mildew, insuffisamment combattu sur presque tous les points, est venu aggraver la situation et réduire notablement la quantité, en même temps qu'il diminuait la qualité en faisant baisser le titre alcoolique à 3° ou 4°, alors que notre moyenne est de 8° ou 10°. Ces circonstances réunies nous ont mis dans une situation inférieure à celle des vignerons méditerranéens, qui, plus favorisés par leur climat, ont presque tous les ans abondance et qualité.

» Cette année semble vouloir faire exception en notre faveur : au moment actuel, l'état de notre vignoble est très rassurant et se présente sous un bel aspect. La floraison est terminée depuis plus de quinze jours, et la végétation, presque uniforme, est belle dans tous les vignobles. Il faut espérer que la température restera favorable jusqu'à la fin de la campagne et que la récolte sera relativement abondante.

» I. *Reproduction du Phylloxera.* — Pendant l'année 1886, j'ai continué mes études sur la reproduction du Phylloxera que j'élève en tubes depuis six ans. En 1885, j'étais arrivé à la dix-neuvième génération d'insectes

issus les uns des autres, et cela par la voie parthénogénésique. Pendant tout ce temps, j'ai pris toutes les précautions nécessaires pour éviter que des insectes fécondés ne vinssent régénérer ceux qui provenaient directement de l'œuf d'hiver du début. Dans ce moment, j'en suis à la deuxième génération pour l'année 1887, soit au total vingt-quatre ou vingt-cinq générations.

» Les insectes qui proviennent de cette succession de régénérations agames se portent très bien et paraissent encore très vivaces et très prolifiques. Je vais continuer leur élevage dans les mêmes conditions, pour déterminer, si cela est possible, pendant combien d'années la reproduction agame peut se faire.

» II. *Traitement des vignes phylloxérées.* — Les insecticides sont toujours à l'ordre du jour, et c'est le sulfure de carbone, pur ou combiné, qui fait presque tous les frais des traitements.

» Des essais de sulfure dissous dans l'eau ont été faits depuis un an ou deux et paraissent donner des résultats satisfaisants. Seulement, ici comme pour les sulfocarbonates, il faut des quantités d'eau considérables, qui augmentent sérieusement le prix de revient des opérations.

» Le sulfure de carbone à l'état naturel, employé avec les injecteurs à main ou les charrues sulfureuses, est très efficace et coûte relativement bon marché. Sous cette forme, il est bon de ne l'employer que pendant le printemps ou l'été. Les opérations d'hiver devront être supprimées et remplacées par les traitements d'été, qui seront d'autant plus efficaces qu'ils agiront au moment où le système radiculaire se développe. Les doses peuvent être diminuées à 120^{kg} par hectare, mais il faut nécessairement pratiquer deux opérations: une au mois de mai ou de juin, et une autre au mois de juillet ou d'août.

» Il existe cependant des terrains qui peuvent, par suite de leur grande teneur en sable, très bien résister avec une seule opération faite en juin ou en juillet.

» Les traitements faits à l'aide de la charrue sont toujours bien supérieurs à ceux que l'on fait à l'aide des injecteurs à main, et, de plus, ils ne donnent jamais lieu à aucun accident.

» III. *Mildew.* — Le mildew n'a pas encore fait son apparition. La température exceptionnelle que nous traversons le tient à l'écart, et les propriétaires, de leur côté, ont déjà fait depuis un mois les opérations préventives. De ce côté, la défense est assurée, et le moyen est appliqué sur une large échelle.

» Tous les procédés ont été mis en usage, ce qui nous permettra, à la fin de la campagne, de juger de la valeur relative des compositions essayées.

» IV. *Anthracnose*. — L'anthracnose ne s'est guère montrée, et ses atteintes sont insignifiantes. Les préparations employées contre le mildew paraissent avoir enrayé le mal, quand on s'en est servi tout à fait au début de la végétation.

» V. *Vignes américaines*. — Les vignes américaines ont donné beaucoup de déceptions, et leur propagation se fait lentement.

» Les viticulteurs de nos régions ont une tendance à délaisser les porte-greffes pour cultiver les plants directs, tels que Noah, Othello, Herbemont. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume portant pour titre : « Mission scientifique du cap Horn, 1882-1883, Tome IV, Géologie, par le Dr *Hyades* ». (Présenté par M. Fouqué.)

M. **J.-H. Fabre**, élu Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. **Lépine**, élu Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie, adresse ses remercîments à l'Académie.

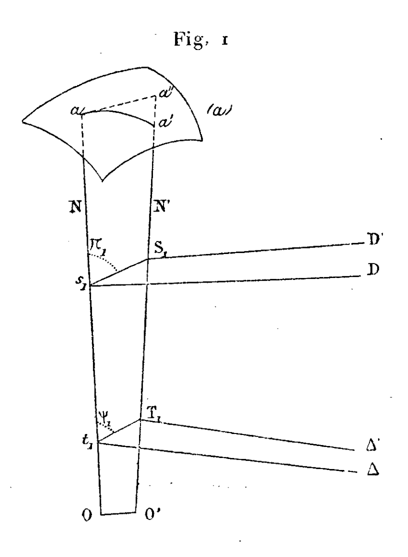
M. **Raoul de Saint-Venant** fait hommage à l'Académie, en son nom et au nom de sa famille, d'un buste en marbre blanc de son père, notre regretté Confrère.

GÉOMÉTRIE. — *Détermination des éléments de courbure de la surface décrite par un point quelconque d'un solide invariable, dont quatre points donnés décrivent des surfaces dont les éléments de courbure sont donnés*. Note de M. **J. Réveille**.

« Les normales aux surfaces décrites par chaque point du solide rencontrent deux droites D et Δ, que je suppose réelles, autour desquelles se

font les rotations infiniment petites qui déplacent le solide. Je considère. dans ce qui suit, le mouvement infiniment petit produit par la rotation du solide autour de la droite D seule. Après cette rotation ω, le point a vient au point a'; D′ et Δ′ sont les deux nouveaux axes de rotation. La normale N′ rencontre en a'' le plan tangent en a à la surface [a]; elle rencontre en S_1 la droite D′ et en T_1 la droite Δ′ (*fig.* 1).

Fig. 1



» J'appelle θ, θ', θ'' les angles que font aux points a, s_1, t_1 les plans tangents à la normalie, dont N et N′ font partie, avec le plan central de cette normalie. O est le point central; p la distance des deux normales N et N′; δ la distance du point a à la droite D; π_1 et ψ_1 les angles marqués sur la figure.

» Des relations $s\text{S} = \frac{p}{\cos\theta' \sin\pi_1}$ et $aa'' = \frac{p}{\cos\theta}$, je tire

$$s_1 S_1 \sin\pi_1 = \frac{\cos\theta}{\cos\theta'} \times aa'';$$

et, comme l'on a

$$aa'' = \delta \times \cos\omega,$$

la relation devient

$$s_1 S_1 \sin\pi_1 = \delta \times \frac{\cos\theta}{\cos\theta'} \times \omega.$$

» Posant $A_1 = \delta \times \frac{\cos\theta}{\cos\theta'}$ et remarquant que les quatre points a, b, c, d qui dirigent le mouvement du solide donnent des relations analogues, je

puis écrire

$$s_1 S_1 \sin\pi_1 = A_1 \omega,$$
$$s_2 S_2 \sin\pi_2 = A_2 \omega,$$
$$s_3 S_3 \sin\pi_3 = A_3 \omega,$$
$$s_4 S_4 \sin\pi_4 = A_4 \omega.$$

» Un raisonnement analogue, relatif à la droite Δ, permet d'écrire

$$\left.\begin{array}{l} t_1 T_1 \sin\psi_1 = B_1 \omega \\ t_2 T_2 \sin\psi_2 = B_2 \omega \\ t_3 T_3 \sin\psi_3 = B_3 \omega \\ t_4 T_4 \sin\psi_4 = B_4 \omega \end{array}\right\} \qquad B_1 = \delta \frac{\cos\theta}{\cos\theta''}.$$

» Je remarque que $s_1 S_1 \sin\pi_1$ est la distance du point S_1 à la droite aO, et que S_1 est le point où D′ perce le plan tangent à la normalie au point S.

» Soient P_1, P_2, P_3, P_4 les quatre plans tangents en s_1, s_2, s_3, s_4 aux quatre normalies, c'est-à-dire aux normalies formées par les quatre normales N_1, N_2, N_3, N_4 aux surfaces [a], [b], [c], [d], et les normales aux points infiniment voisins a', b', c', d'; la droite D perce ces quatre plans aux points s_1, s_2, s_3, s_4. J'appelle Σ la surface engendrée par une droite telle que, s'_1, s'_2, s'_3, s'_4 étant les points où elle perce les quatre plans P_1, P_2, P_3, P_4, les distances de ces points aux quatre droites N_1, N_2, N_3, N_4 soient proportionnelles aux quantités A_1, A_2, A_3, A_4. Cette surface Σ aura évidemment, tout le long de D, même hyperboloïde de raccordement que la surface lieu des axes de rotation D.

» De même, la surface lieu des axes Δ a, tout le long de Δ, même hyperboloïde de raccordement que la surface Σ', relative à Δ et définie comme la surface Σ.

» Dans une Note précédente, que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie, j'ai construit un hyperboloïde de raccordement de la surface lieu des axes D, je sais donc trouver un hyperboloïde de raccordement d'une surface Σ. Appliquant cette construction à Σ', j'obtiendrai l'hyperboloïde de raccordement de la surface lieu des axes de rotation Δ.

» Soit maintenant e un point quelconque du solide qui, après une rotation infiniment petite autour de D, vient en e'. Concevons la droite auxiliaire de la normalie suivant ee', pour la normale au point e, et relative au point e; c'est-à-dire la droite qui permet de trouver le plan tangent à cette normalie en un point quelconque de la normale. J'ai, dans la Note déjà

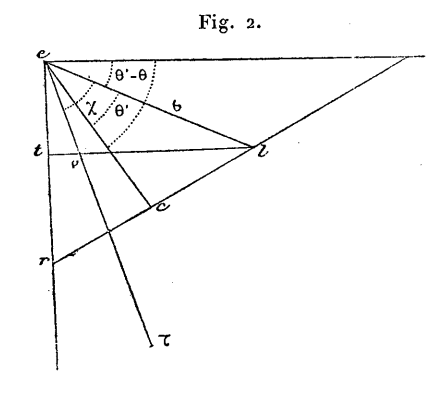
citée, appris à connaître le point r où le plan tangent à la normalie est perpendiculaire au plan tangent en e. La droite auxiliaire passe par le point r.

» Soit $e\tau$ la trace du plan (e, Δ) passant par le point e et la droite Δ.

» J'appelle (*fig.* 2)

t le point où la normale au point e rencontre Δ;
χ l'angle du plan tangent t à la normalie avec le plan (e, Δ):
ε l'angle du plan tangent en t à la surface lieu des axes Δ avec le plan (e, Δ);
λ l'angle du plan tangent en t à cette même surface avec son plan central;

Fig. 2.



θ et θ' les angles du plan central de la normalie avec les plans tangents à cette normalie aux points e et t;
δ_e la distance du point e à la droite D;
ω l'angle infiniment petit dont le solide tourne autour de D;
p la distance des deux droites infiniment voisines Δ et Δ'.

» Je démontre la relation $\delta_e \frac{\omega}{p} \frac{\cos\lambda}{\sin\varepsilon} \frac{tr}{er} = \frac{\cos(\theta - \theta')}{\sin\chi}$.

» Évaluant de deux manières le rapport des surfaces des triangles etl et evl, j'arrive à l'égalité

$$\frac{tl}{vl} = \frac{et}{ev} \frac{\cos(\theta - \theta')}{\sin\chi} \quad \text{ou} \quad \frac{tl}{vl} = \frac{et}{tv} \delta_e \frac{\omega}{p} \frac{\cos\lambda}{\sin\varepsilon} \frac{tr}{er}.$$

» Tout est connu dans le second membre, à l'exception de $\frac{\omega}{p}$ qu'il sera facile d'obtenir par ailleurs.

» Cette dernière équation à deux termes permet de construire le point l

par une série de quatrièmes proportionnelles. La droite auxiliaire de la normalie est *rl*; elle permet d'obtenir le plan tangent en un point quelconque de la normale.

» La considération de la rotation autour de Δ donnerait aussi le moyen d'obtenir le plan tangent en un point quelconque de la normale à une autre normalie passant par le point *e*. Les plans tangents communs aux deux normalies sont les deux plans des sections principales de la surface décrite par le point *e*.

» Il reste à obtenir $\frac{\omega}{p}$.

» Je reprends la relation $\delta_e \times \frac{\omega}{p} \times \frac{\cos\lambda}{\sin\varepsilon} \times \frac{tr}{er} = \frac{\cos(\theta - \theta')}{\sin\chi}$. Si j'applique cette relation au point *a*, tout sera connu dans cette relation, sauf $\frac{\omega}{p}$ qui se trouve ainsi déterminé par une équation à deux termes qui ramène à une série de quatrièmes proportionnelles. J'ai ainsi déterminé les éléments de courbure de la surface engendrée par le point *e*.

» Ainsi que je l'ai fait remarquer dans la Note déjà citée, je puis remplacer un point décrivant une surface par un plan enveloppant une surface; cette nouvelle question se ramène à celle que j'ai traitée par la considération du mouvement du point situé à l'infini sur une perpendiculaire à ce plan. »

PHYSIQUE. — *Comparaison des énergies rayonnées par le platine et l'argent fondants.* Note de M. J. VIOLLE, présentée par M. Mascart.

« Le rayonnement d'un corps se compose de radiations simples qui sont à la fois fonction de la longueur d'onde λ et de la température T. J'ai étudié jadis [1], sur le platine incandescent, la manière dont varient les intensités lumineuses des radiations simples C, D, E, F, de 775° à 1775°; et j'ai trouvé que la loi du rayonnement était bien représentée entre 0° et 1775° par la formule

$$I = m\mathrm{T}\,b^{\mathrm{T}^2}a^{\mathrm{T}},$$

où *b* est un paramètre constant et *a* une fonction linéaire de λ; *m* est un coefficient spécial caractérisant l'intensité de la radiation considérée. Si ce

(1) *Comptes rendus*, années 1879-81.

coefficient était connu, l'énergie du flux total serait donnée par la somme

$$R = Tb^{T^2} \sum_{\lambda_0}^{\lambda_n} ma^T \,\delta\lambda.$$

Mais cette énergie peut aussi se mesurer directement. Je ferai connaître aujourd'hui le rapport des énergies totales rayonnées par le platine et l'argent fondants.

» L'un des métaux était introduit dans la petite *lampe au dixième* de M. Siemens, laquelle consiste essentiellement en une boîte percée d'un trou de $0^{cmq},1$: immédiatement derrière ce trou est placé le métal réduit en un ruban mince que traverse un courant électrique. On élève graduellement le courant jusqu'à provoquer la fusion du ruban métallique. L'expérience consiste à recevoir le rayonnement sur la surface enfumée d'une pile thermo-électrique et à l'équilibrer par un autre rayonnement variant suivant une loi connue. Par cette méthode au zéro, on évite les difficultés des mesures thermo-électriques, et le galvanomètre, fonctionnant simplement comme galvanoscope, n'a besoin que de sensibilité (¹). On s'est servi d'un galvanomètre Thomson. La source compensatrice était une lampe à pétrole placée derrière un *œil de chat*. Au moyen d'une deuxième lampe dont l'action variait suivant la raison inverse du carré de la distance, on s'était assuré que, dans les limites de l'expérience, la réduction par l'œil de chat était exactement proportionnelle à la diminution de la surface active (²). Il suffisait donc de mesurer les ouvertures nécessaires pour équilibrer les deux rayonnements.

» On a trouvé ainsi que le rayonnement total du platine fondant est 54 fois celui de l'argent fondant.

» Ce rapport des énergies totales, bien que déjà grand, est cependant

(¹) J'ai établi (*Annales de Chimie et de Physique*, 6ᵉ série, t. III, p. 373; 1884) que, quand une pile thermo-électrique, reliée à un galvanomètre sensible, reçoit sur une de ses faces un rayonnement continu, l'aiguille du galvanomètre éprouve une impulsion initiale α, revient en arrière à α', repart en avant à $\alpha'' > \alpha$, puis en arrière à $\alpha''' > \alpha'$, en avant à $\alpha^{IV} > \alpha''$, ..., les différences $\alpha'' - \alpha$, $\alpha^{IV} - \alpha''$, ... d'une part, $\alpha''' - \alpha'$, $\alpha^{V} - \alpha'''$, ... d'autre part, allant en diminuant jusqu'à l'équilibre stationnaire, et chaque instrument se comportant d'une façon spéciale. Ici, dans les limites des expériences, les impulsions galvanométriques se sont montrées proportionnelles aux intensités et égales, de part et d'autre du zéro, à $\frac{1}{100}$ près.

(²) Il existe sur une flamme une région d'intensité constante, suivant l'indication de M. Methven.

beaucoup moindre que celui des intensités lumineuses, lequel (autant qu'on peut le définir par un seul nombre) est supérieur à 1000 [1]. »

PHYSIQUE. — *Solidification des liquides par la pression.* Note de M. **E.-H. Amagat**.

« Théoriquement, la formule de J. Thomson permet de prévoir qu'à une température donnée la solidification d'un corps peut devenir possible sous une pression suffisante, à la condition que sa densité soit plus grande à l'état solide qu'à l'état liquide. Les prévisions de la formule ont été vérifiées, pour la glace, par W. Thomson et par Mousson, et, pour divers corps solides, par Bunsen, par Hopkins et, récemment, par M. Batelli; mais on ne connaît pas d'exemple de liquides proprement dits qui aient été amenés à l'état solide par la pression seule, même parmi les liquides très facilement solidifiables par le froid, comme la benzine, par exemple.

» Dans les recherches que je poursuis actuellement sur la dilatation et la compressibilité des liquides, j'ai examiné, entre 0° et 50°, et à des pressions croissantes jusqu'au delà de 3000^{atm}, un assez grand nombre de corps appartenant soit à la Chimie minérale, soit à la Chimie organique; aucun d'eux n'avait présenté de signes de solidification, lorsque l'idée m'est venue d'étudier le bichlorure de carbone (C^2Cl^4). Dès les premiers essais, j'ai été arrêté par des difficultés qui m'ont fait soupçonner de suite que ce corps (inconnu, du reste, à l'état solide) s'était solidifié par la pression; j'ai réalisé d'abord l'expérience suivante, qui n'est que le renversement de celle de Mousson avec la glace.

» Le liquide est comprimé dans un cylindre en bronze, dont la partie supérieure est fermée par une sorte de boulon en fer doux, qui est en même temps le prolongement du pôle d'un électro-aimant; dans le liquide, peut se mouvoir un petit cylindre de fer doux, tombant par son propre poids, et qui, au moment de la fermeture du courant, est attiré et vient

(1) Pour essayer de comparer les intensités lumineuses des deux sources, j'ai employé comme intermédiaire la lampe Hefner-Alteneck à acétate d'amyle, laquelle, d'après mes mesures, est reliée aux autres unités photométriques par les relations

$$1 \text{ Siemens} = 1,95 \text{ Hefner} = 0,832 \text{ Methven} = 0,208 \text{ Carcel} = 0,100 \text{ Violle}.$$

Or la radiation de 1^{cmq} d'argent fondant est bien inférieure à $\frac{1}{50}$ Hefner.

frapper le boulon en traversant le liquide. Sous une pression suffisante, le bruit produit par le choc, lequel s'entend à plusieurs mètres, cesse d'être perçu; il est perçu de nouveau, dès qu'on a suffisamment diminué la pression. La pression pour laquelle le petit cylindre cessait de se mouvoir était, dans cette expérience, de 1500^{atm} environ.

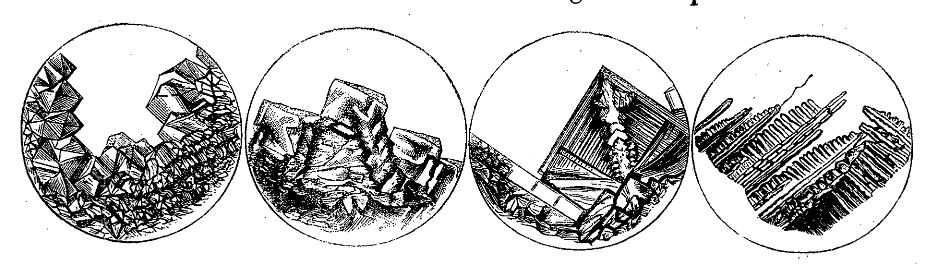
» J'ai ensuite réalisé la disposition suivante, qui m'a permis, non seulement de voir la solidification se produire, mais encore d'obtenir des cristaux parfaitement nets et de les photographier. Le chlorure de carbone est renfermé dans une pièce d'acier portant, l'un en avant, l'autre en arrière, deux regards horizontaux, formés par des petits cônes en verre recuit, faisant joint sans butée au moyen d'une enveloppe conique d'ivoire très mince. Un jet de lumière électrique traverse ces deux cônes (et le liquide compris entre eux) parallèlement à leur axe commun et vient tomber sur une lunette installée dans la même direction; on peut, dans ces conditions, suivre aisément la marche du phénomène. L'appareil est, du reste, disposé de manière à pouvoir être maintenu à température constante par un courant d'eau, de la glace ou un mélange réfrigérant.

» On fait les observations en mettant au point la face postérieure du cône tourné vers la lunette; la solidification se fait en présentant des apparences très diverses, suivant la rapidité avec laquelle on produit la pression. Si l'on opère rapidement, on voit tout à coup surgir, à la périphérie du champ lumineux, une couronne de cristaux de plus en plus serrés et opaques, qui gagne rapidement et régulièrement le centre, lequel, bientôt réduit à un point lumineux, disparaît à son tour. Si l'on continue à comprimer, le champ reste pendant quelque temps complètement obscur, puis s'illumine petit à petit et la masse redevient transparente; on pourrait croire qu'elle est redevenue liquide. Si alors on diminue graduellement la pression, on voit reparaître l'enchevêtrement des cristaux et le champ redevenir obscur; enfin, la pression diminuant toujours, la lumière reparaît de nouveau, les cristaux fondent et se disloquent, on les voit tomber à travers la partie liquéfiée; ils sont donc, conformément à la théorie, plus lourds que celle-ci.

» En prenant des précautions que je ne puis décrire ici, on peut obtenir et conserver assez longtemps des cristaux se détachant très nettement de la partie restée liquide; on peut alors les photographier.

» Je mets sous les yeux de l'Académie quatre épreuves, agrandies directement, obtenues avec les appareils et avec le concours de mon collègue M. Donnadieu; on y distingue, sans difficulté, des parallélépipèdes et des octaèdres droits, qui paraissent bien appartenir au système cubique.

» La reproduction que voici de ces épreuves est telle que le grossissement définitif en diamètre est sensiblement égal à cinq et demi.



» La détermination de la pression sous laquelle se produit la solidification aux diverses températures présente quelques difficultés; le liquide s'échauffant par la compression, il faut comprimer lentement, et le moment de la cristallisation est plus difficile à saisir; le phénomène inverse ayant lieu par diminution de pression, on obtient une pression de fusion et une pression de solidification, dont on resserre l'intervalle autant que possible et dont on prend la moyenne.

» J'ai trouvé ainsi que le chlorure de carbone se solidifie :

A	$-19^{\circ},5$	sous une pression de	....	210^{atm}
A	0	»	»	620
A	10	»	»	900
A	19,5	»	»	1160

J'ai fait un seul essai avec le protochlorure de carbone C^4Cl^4 ; à 0°, il ne s'est point solidifié sous une pression de 900^{atm}.

» J'ai également examiné la benzine qui, à 0°, se solidifie sous la pression normale; mais un accident ayant interrompu ces recherches, j'ai seulement pu constater qu'à 22° elle cristallise en belles fougères, sous une pression d'environ 700^{atm} (approximatif).

» On peut se demander s'il n'y a pas, pour chaque liquide, une température au-dessus de laquelle la solidification ne peut plus se produire sous aucune pression, c'est-à-dire un point critique de solidification, de même qu'il paraît bien y avoir une température au-dessous de laquelle le corps reste solide sous les pressions les plus faibles; j'espère pouvoir, par la suite, diriger mes recherches dans cette voie. »

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *Sur la conductibilité calorifique du bismuth dans un champ magnétique.* Note de M. A. Righi, présentée par M. Cornu.

« L'augmentation considérable de résistance électrique du bismuth et la rotation si grande des lignes équipotentielles (phénomène de Hall), qu'on obtient lorsqu'on l'introduit dans un champ magnétique (1), devaient naturellement conduire à supposer qu'une diminution de conductibilité calorifique et une rotation des lignes isothermes devraient se produire dans le même cas.

» D'autres recherches m'ont empêché, jusqu'à ces derniers mois, de vérifier cette supposition; mais je viens d'achever des expériences étendues sur ce sujet, qui la confirment complètement. Le résultat de ces recherches a été publié, en abrégé, dans les *Resoconti dell' Acc. R. dei Lincei*, séance du 12 juin 1887, c'est-à-dire huit jours avant la communication analogue que vient de faire M. Leduc dans les *Comptes rendus*.

» Les expériences de M. Leduc ne laissent pas cependant de présenter beaucoup d'intérêt, car il s'agit ici d'établir l'existence d'un phénomène qui, dans le cas du fer, a été successivement affirmé et nié par plusieurs physiciens.

» Mes expériences diffèrent de celles de M. Leduc par la méthode de mesure des températures de trois points équidistants de la barre de bismuth, au moyen des couples thermo-électriques. Pendant que M. Leduc mesure seulement les différences des trois températures, j'en mesure, au contraire, la valeur absolue. Je puis donc calculer le rapport entre la

(1) Comme les dates de la découverte de ces propriétés du bismuth n'ont été données le plus souvent que d'une manière douteuse, je me permets de rappeler que le phénomène de Hall dans le bismuth a été décrit par moi, en abrégé dans les *Resoconti della Accademia R. dei Lincei*, séance du 3 juin 1883, et *in extenso* dans les *Mémoires de l'Académie de Bologne*, séance du 11 novembre 1883. Mes résultats ont été confirmés par M. Leduc (*Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 613; 1884), et plus récemment par M. Hall et M. Ettinghausen. Quant à la variation de résistance électrique du bismuth dans le champ magnétique, elle a été annoncée la première fois dans mon Mémoire de 1883 sur le phénomène de Hall (à la page 118). L'étude détaillée de cette propriété du bismuth a été publiée dans un autre Mémoire (*Acc. R. dei Lincei*, 1er juin 1884). M. Hurion (*Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 1257, 1884; t. C, p. 348, 1885) a confirmé mes recherches, comme aussi, récemment, M. Ettinghausen.

conductibilité calorifique ordinaire du bismuth et celle qu'il a dans le champ magnétique, avec la plus grande exactitude; car on peut appliquer la formule générale à deux exponentielles, au lieu de la formule à une seule exponentielle dont M. Leduc fait usage, et qui suppose à la barre métallique une longueur infinie.

» J'ai pu ainsi démontrer que les conductibilités calorifique et électrique varient, par l'effet du champ, dans un rapport sensiblement égal.

» Dans une Note, présentée dans la séance suivante à la même Académie, j'ai annoncé la rotation notable des lignes isothermes, qui correspond au phénomène de Hall et qui s'accomplit pour le bismuth en sens contraire du courant aimantant.

» La description détaillée de mes méthodes expérimentales paraîtra prochainement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau mode de formation des éthers cyanomalonique et benzoylcyanacétique.* Note de M. **Alb. Haller**, présentée par M. Berthelot.

« Dans une série de Communications présentées à l'Académie ([1]), j'ai démontré que les éthers malonique et benzoylacétique sodés, traités par du chlorure de cyanogène, fournissent des composés cyanés qui se comportent comme de véritables acides.

» Ces dérivés peuvent encore s'obtenir en partant de l'éther cyanacétique sodé qu'on traite par de l'éther chlorocarbonique ou du chlorure de benzoyle.

» *Éther cyanomalonique.* — On dissout 22^{gr} (1^{mol}) d'éther cyanacétique dans son volume d'alcool absolu et l'on y ajoute une solution de $4^{gr},6$ (1^{mol}) de sodium dans 60^{gr} du même alcool. Dans ce mélange, et sans s'occuper du précipité qui s'est formé, on introduit environ 6^{gr} (un peu plus d'une demi-molécule) d'éther chlorocarbonique. Il se produit une réaction assez vive au commencement, mais elle ne tarde pas à se ralentir; on chauffe ensuite au bain-marie, jusqu'à ce que le liquide ne présente plus aucune réaction alcaline. La liqueur est ensuite distillée pour éliminer l'alcool et le résidu est repris par l'eau. Il se sépare une certaine quantité d'éther cyanacétique non entré en réaction; on l'enlève au moyen d'un entonnoir à robinet. La solution aqueuse, abandonnée à elle-même, sous une cloche à dessiccation, finit par se prendre en une

---

([1]) *Comptes rendus*, t. XCV, p. 142; t. CI, p. 1270, etc.

masse de fines aiguilles constituées par le dérivé sodé $CNa\begin{cases}CAz\\(CO^2C^2H^5)^2\end{cases}$. La réaction qui lui a donné naissance est la suivante :

$$2\left(CHNa\begin{cases}CAz\\CO^2C^2H^5\end{cases}\right)+CO\begin{cases}Cl\\OC^2H^5\end{cases}=NaCl+CNa\begin{cases}CAz\\CO^2C^2H^5\\CO^2C^2H^5\end{cases}+CH\begin{cases}2CAz\\CO^2C^2H^5\end{cases}.$$

» Si l'on traite une solution aqueuse de ce dérivé sodé par un acide, il se sépare de l'éther cyanomalonique, qu'on enlève au moyen de l'éther et qu'on met en contact avec du chlorure de calcium. Après l'évaporation de l'éther, on a une huile plus ou moins rougeâtre, ressemblant par tous ses caractères à l'éther cyanomalonique obtenu par notre premier procédé. Elle colore les persels de fer en rouge foncé et doit sa couleur à la présence de traces de fer rencontrées dans le cours des manipulations.

» Agité avec une solution chaude et concentrée de baryte caustique, cet éther se dissout : la liqueur, débarrassée d'un excès de baryte au moyen d'un courant d'acide carbonique, et abandonnée à elle-même dans un endroit frais, ne tarde pas à déposer de grandes aiguilles d'un composé barytique, identique avec celui que fournit l'éther cyanomalonique obtenu en partant de l'éther malonique. Des dosages faits sur des échantillons provenant de deux préparations différentes ont donné les résultats suivants :

	Trouvé pour 100.	Calculé pour $C^{16}H^{20}O^8Az^2Ba.4H^2O$.
Sel de Ba obtenu avec le nouvel éther.....	23,48	23,74
Sel de Ba obtenu avec l'ancien éther......	23,59	»

» L'éther cyanomalonique, tel que nous l'avons obtenu par les deux procédés, refroidi à $-14°$, devient sirupeux, mais ne manifeste aucune tendance à la cristallisation. M. Henry [1], dans sa dernière Note, dit l'avoir obtenu à l'état solide et cristallisé. C'est ce fait qui nous a déterminé à revenir sur cette préparation.

» *Éther benzoylcyanacétique* : $C^6H^5,CO,CH\begin{cases}CAz\\CO^2C^2H^5\end{cases}$. — Ce composé a été préparé comme le dérivé précédent. On a ajouté à l'éther cyanacétique sodé une demi-molécule de chlorure de benzoyle, et la préparation a été terminée comme celle de l'éther cyanomalonique. L'éther benzoylcyanacétique, isolé à l'état de pureté, se présente sous la forme de beaux cristaux prismatiques, très réfringents, durs, solubles dans l'alcool, l'éther et les solutions alcalines. Il fond à 40°,5-41° et ressemble par toutes ses propriétés à celui qu'on obtient au moyen de l'éther benzoylacétique sodé et le chlorure de cyanogène. Comme les éthers cyanomalonique et acétylcyanacétique, il est d'une sensibilité extrême vis-à-vis des sels de fer, avec lesquels il donne une coloration rouge intense.

([1]) *Comptes rendus*, t. CIV, p. 1620.

» L'analyse a donné les nombres suivants :

	Trouvé pour 100.	Calculé pour $C^{12}H^{11}AzO^{2}$.
C	66,13	66,35
H	5,09	5,06
Az	6,40	6,45

» Nous continuons l'étude des composés résultant de l'action des chlorures acides sur l'éther cyanacétique sodé.

» Nous avons également essayé l'action de l'éther monochloracétique sur cet éther sodé, dans le but de préparer de l'éther cyanosuccinique. On obtient, en effet, une huile à point d'ébullition très élevé et non distillable sans décomposition à la pression ordinaire.

» Dans notre Communication sur les dérivés métalliques de l'éther cyanacétique nous avons signalé un dérivé argentique. L'action de l'iodure d'éthyle sur ce dérivé nous a fourni un liquide à odeur de carbylamine, et qui est sans doute l'éther de l'acide éthylisocyanacétique, homologue supérieur des acides isocyanacétique et α-isocyanopropionique trouvés par M. Calmels [1] dans le venin des batraciens. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation de l'acide valérianique pur.* Note de M. E. **Duclaux**, présentée par M. Peligot.

« Mes études sur les acides gras qui préexistent dans le beurre, ou qui s'y forment avec le temps, ne m'ont pas permis de me contenter des conditions de pureté qui ont suffi jusqu'ici pour ces produits. J'ai dû reprendre par la base cette question de purification; après l'avoir résolue [2] pour les quatre premiers acides de la série, j'arrive aujourd'hui à l'acide valérianique.

» Cet acide s'obtient d'ordinaire par l'oxydation de l'alcool amylique. Mais les produits de cette oxydation sont variables, parce qu'ils dépendent d'un mécanisme complexe qui est à peu près toujours le même, quel que soit l'oxydant, mais dont l'étude est surtout facile quand on emploie l'hypermanganate de potasse comme source d'oxygène.

---

(1) *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 536.

(2) Voir *Comptes rendus*, t. CI, p. 1504, et *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. VIII, 1886.

» En présence de ce corps, et à froid, la molécule d'alcool amylique est instable et s'oxyde pour donner de l'acide valérianique. Mais cet acide, plus stable que le corps dont il provient, n'a pas encore une stabilité très grande et peut passer à son tour, par une oxydation nouvelle, à l'état d'acide acétique. Ce dernier acide lui-même, le plus stable de la série grasse, peut à la longue être oxydé et transformé en eau et en acide carbonique.

» Si donc on ne met pas tout d'abord un excès d'alcool amylique, et si l'acide valérianique, formé dans une première phase de la réaction, rencontre autour de lui de l'hypermanganate encore intact, il va descendre l'échelle d'oxydation dont je viens d'indiquer les points d'arrêt, et l'opération sera également compromise comme rendement et comme pureté des produits.

» Si, par exemple, en présence de 100^{gr} d'hypermanganate en solution concentrée, on emploie moins de 10^{gr} d'alcool amylique, on ne recueillera que des traces très faibles d'acide acétique et pas d'acide valérianique. Avec 20^{gr} d'alcool, on aura environ 1 d'acide acétique contre 3 d'acide valérianique. Avec 40^{gr} d'alcool, on obtient $10^{éq}$ d'acide valérianique contre $1^{éq}$ d'acide acétique. Au delà de cette proportion d'alcool, il en reste un excès à la fin de l'opération, qui donne de l'acide valérianique mélangé à $\frac{1}{40}$ ou même moins d'acide acétique.

» L'oxydation devient alors plus rapide, et le devient même trop, car le liquide s'échauffe. Il faut s'opposer à cet échauffement : l'effet de la chaleur est en effet de supprimer plus ou moins complètement les points d'arrêt de l'échelle d'oxydation, dont le seul un peu persistant est le terme acide acétique. Elle agit donc, comme un excès d'hypermanganate, pour compromettre à la fois le rendement et la pureté du produit.

» Pour le succès de l'opération, il faut donc se maintenir dans une zone moyenne : ajouter un excès d'alcool amylique et tenir le liquide froid. Malgré tout, on ne peut éviter la formation d'un peu d'acide acétique.

» Cette impureté inévitable serait fort gênante si, heureusement, les deux acides valérianique et acétique n'étaient fort aisés à séparer l'un de l'autre en solution étendue, à cause des différences dans leurs lois de distillation sous cet état.

» L'acide valérianique passe en presque totalité dans le premier quart du liquide distillé, tandis que l'acide acétique se concentre, au contraire, dans la cornue. On arrive donc assez vite, au bout d'une distillation ou de deux au plus, à obtenir de l'acide valérianique sinon absolument pur, du

moins capable de supporter l'épreuve délicate à laquelle j'ai soumis les autres acides volatils dans le Mémoire précité. Cet acide se distribue de la façon suivante dans les prises successives de 10^{cc} provenant de la distillation de 110^{cc} d'une solution étendue de ce corps :

1	30,5
2	53,0
3	69,0
4	80,5
5	89,0
6	94,0
7	97,0
8	99,0
9	99,5
10	100,0

» Dans les 10^{cc} restés dans la cornue, il ne reste presque plus d'acide.

» Ces nombres, qui correspondent à l'acide pur, sont, on peut le voir, très voisins de ceux que j'ai déjà publiés, et qui correspondaient à de l'acide valérianique donné pourtant comme pur, mais renfermant encore des traces, très sensibles à mon procédé, d'acides étrangers, parmi lesquels on trouve presque toujours l'acide acétique.

» Cet acide se retrouve en effet dans l'oxydation de l'alcool amylique par les divers oxydants, et aussi dans le produit de l'action de l'hypermanganate de potasse sur la racine de valériane ; même, dans ce cas, il est mélangé d'un peu d'acide formique.

» Les nombres ci-dessus paraissent indépendants du pouvoir rotatoire de l'alcool amylique mis en œuvre. Du moins, j'ai retrouvé les mêmes avec deux alcools de pouvoirs rotatoires très différents. Il reste à voir s'ils sont encore les mêmes avec l'acide valérianique normal, car tous les procédés ci-dessus ne donnent que de l'acide valérianique ordinaire. C'est un point sur lequel je compte revenir. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur les grains ou boutons des terminaisons dites* en grappe *des nerfs moteurs*. Note de M. **Charles Rouget**, présentée par M. Marey.

« Il existe dans les muscles des Reptiles, principalement des Couleuvres et aussi des Lézards, une forme de terminaison nerveuse, décrite par

Tschiriew, le premier, sous le nom de *terminaison en grappe*, et ensuite par Bremer, sous le nom de *terminaison en ombelle* (*Dolden*). Les extrémités terminales des dernières ramifications du cylindraxe, que ces observateurs ont décrites comme de simples renflements punctiformes, en grains, en boutons (*Knopfen*) ou en massue (*Endkolben*), ont une structure beaucoup plus complexe que celle qu'ils lui attribuent. Leur forme même est loin de correspondre toujours à celles qu'indiquent les noms par lesquels ils les ont désignées. Vus de profil ou d'en haut, ces prétendus grains ou boutons apparaissent souvent aplatis en forme de lamelles. Ce qui importe davantage, c'est que ce ne sont pas de petites masses homogènes, comme les montrent les préparations obtenues par l'imprégnation au chlorure d'or, les seules qui aient servi de base aux descriptions qu'on en a données jusqu'ici. En traitant les objets mêmes qui ont servi aux observations de Tschiriew et de Bremer par l'acide chlorhydrique dilué à 1 pour 1000, soit directement, soit après un séjour prolongé dans une solution de chlorure de sodium à 25 pour 100, la structure intime de ces grains apparaît tout autre et beaucoup plus complexe qu'après l'imprégnation au chlorure d'or. Sur les plus volumineux de ces grains, on peut reconnaître des enroulements multiples, des espèces de glomérules nerveux minuscules, du filament terminal du cylindraxe; dans d'autres, qui semblent formés par une agglomération de grains secondaires, ces prétendus grains apparaissent comme des boucles ou des anses, au nombre de quatre, de trois ou de deux, formées par un nombre égal de divisions ultimes du cylindraxe, à l'extrémité d'une tige unique. Les terminaisons en bouton ou en grain punctiforme sont formées par une anse simple, souvent tordue sur elle-même ou affectant la forme d'une crosse enroulée. Nulle part, on ne rencontre une véritable extrémité libre; toujours, au contraire, comme dans les plaques terminales des nerfs moteurs des mêmes muscles, les dernières divisions du cylindraxe se recourbent en anses ou arcades terminales.

» Les terminaisons en grappes présentent un grand intérêt, non pas parce qu'elles constitueraient, comme l'a cru Tschiriew, une forme embryonnaire, transitoire, d'une plaque motrice, mais parce qu'elles sont en réalité une forme permanente de terminaison motrice. Dégagée des complications secondaires résultant de ses perfectionnements progressifs, et réduite à ce qui est à la fois nécessaire et suffisant à l'acte essentiel dont elle est l'agent, le dégagement de l'énergie cinétique du nerf et sa transmission à l'élément contractile, la partie fondamentale d'une termi-

naison motrice nous apparaît sous la forme de ces anses ou arcades terminales, caractère commun aux terminaisons en grappe, aux plaques motrices, aussi bien qu'à la lame nerveuse des plaques électriques des torpilles. »

ZOOLOGIE. — *Sur la conjugaison des Ciliés.* Troisième Note de M. E. **Maupas**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« J'ai étudié la conjugaison complète de deux Oxytrichides, l'*Onychodromus grandis* et la *Stylonichia pustulata* (¹). Les phénomènes y suivent une évolution absolument identique.

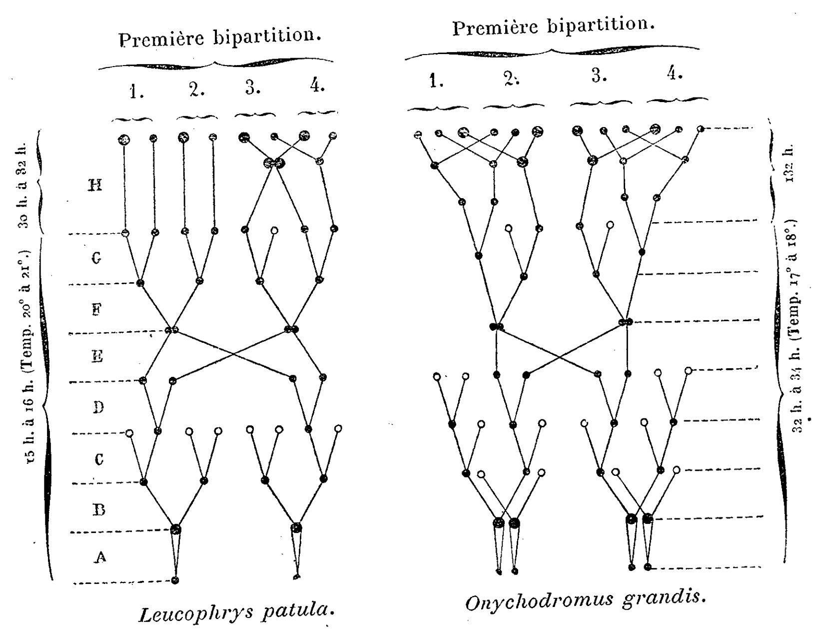
» L'*Onychodromus* est une espèce assez rare, dont je n'ai encore rencontré à l'état de liberté que deux individus : l'un au mois de janvier dernier, le second au mois de mars. Ayant isolé en cultures distinctes ces deux premiers progéniteurs et conservé leurs descendants, j'en ai fait pendant six semaines une série de mélanges. Ces Onychodromes, provenant de deux origines distinctes, se conjuguèrent immédiatement et me fournirent des centaines de couples.

» L'*Onychodromus* en se conjuguant est toujours pourvu de deux *micronucleus* (nucléoles) qui, au début, passent par le stade d'accroissement A des Stylonichies. J'ai observé sur plusieurs individus, au stade E, l'échange du pronucléus mâle, puis sa conjonction et sa fusion avec le pronucléus femelle pour reconstituer un nucléus mixte.

» La disjonction se produit à la fin du stade G. Les ex-conjugués, à ce moment, renouvellent tous leurs appendices au moyen d'une première mue commencée dès le stade E. La bouche et les membranelles buccales seules manquent encore. Le corps nucléaire s'accroissant apparaît dès le lendemain sous l'aspect d'une large tache claire occupant le centre du corps. Celui-ci, au pourtour de cette tache, est devenu noirâtre et opaque. Cette opacité est causée en partie par la présence de corpuscules biré-

(¹) A propos de cette espèce, je tiens à corriger ici un *lapsus* qui m'est échappé dans ma Communication sur la multiplication des Ciliés. A la page 1007 du Tome CIV des *Comptes rendus*, on doit lire : Il faut 10 000 *Stylonichia pustulata* pour faire 1^{mmc} et 10 millions pour 1^{cc}. Le protoplasma ayant une densité à peu près égale à celle de l'eau, ces dix millions de Stylonichies pèseront 1^{gr}, un billion 100^{gr} et cent billions 10^{kg}. D'où il résulte qu'une seule Stylonichie pourrait produire 100^{gr} de protoplasma en six jours pleins et 10^{kg} en sept jours et demi.

fringents d'urate de soude et, en plus grande partie, par de nombreux granules de *zooamylum*, qui constituent une masse compacte enveloppant le corps clair nucléaire. Ce *zooamylum* possède exactement les mêmes propriétés que celui des Grégarines. Ces granulations noirâtres représentent donc une substance de réserve et non pas un produit de combustion, comme on l'a affirmé.



Leucophrys patula. *Onychodromus grandis.*

» Les ex-conjugués demeurent ainsi quatre jours dépourvus de bouche. Ils subissent alors une seconde mue de tous leurs appendices, à la suite de laquelle la bouche se trouve normalement reconstituée. En même temps, le nouveau corps nucléaire, encore unique jusqu'à ce moment, s'est allongé et divisé en deux.

» Les Infusoires recommencent à prendre de la nourriture et à s'accroître. Le lendemain, les deux corps nucléaires se divisent une seconde fois et l'état normal de quatre se trouve rétabli. Les Onychodromes continuent à manger avidement et, après trente-quatre à trente-six heures depuis la reconstitution de leur bouche, ils effectuent leur première bipartition accompagnée d'une troisième mue de tous leurs appendices.

» Les corps nucléaires primitifs disparaissent en totalité par résorption. On en trouve encore des traces peu de temps avant la première bipartition.

» C'est également en mélangeant les descendants de progéniteurs d'origines différentes, tenus en cultures isolées, que j'ai obtenu des milliers de couples de la *Leucophrys patula*. Elle se conjugue sous la forme de petits rejetons sans bouche, dont j'ai fait connaître l'histoire et l'organisation dans deux Communications antérieures. Chaque Leucophre commence par se fissiparer rapidement, trois, quatre ou cinq fois, suivant sa taille, et ce sont les petits produits de ces bipartitions répétées qui s'unissent. Le *Didinium nasutum*, l'*Enchelys farcimen* et le *Prorodon teres* se préparent à la conjugaison exactement de la même façon.

» J'ai observé sur plusieurs individus l'échange du pronucléus mâle et sa fusion avec le pronucléus femelle. Le stade H, comme on le voit sur le schéma, peut s'effectuer de deux façons un peu différentes, suivant les individus. Les Leucophres recommencent à manger presque immédiatement après la disjonction, laquelle a lieu au commencement du stade H. Le nucléus primitif se résorbe en totalité.

» Actuellement, j'ai observé directement l'échange et la fusion des deux pronucléus chez les six espèces suivantes : *Paramecium caudatum, P. aurelia, Stylonichia pustulata, Onychodromus grandis, Spirostomum teres* et *Leucophrys patula;* j'ai constaté l'échange sans réussir encore à voir la fusion chez l'*Euplotes patella* et le *Colpidium colpoda*. Je crois donc pouvoir affirmer que cet échange et cette copulation de pronucléus constituent l'acte intime et essentiel de la conjugaison des Ciliés.

» Chez deux Vorticelles j'ai observé tous les stades, à l'exception des deux principaux D et E. Enfin, chez un Acinétien, la *Podophrya fixa*, pourvue d'un seul micronucléus, j'ai réussi à voir les stades A, B, C et H. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur l'anatomie et l'histologie des glandes salivaires chez les Céphalopodes*. Note de M. **L. Joubin**, présentée par M. H. de Lacaze-Duthiers.

« On connaît depuis longtemps l'existence de deux paires de glandes salivaires chez les Céphalopodes octopodes, l'une située dans la cavité abdominale, l'autre contre le bulbe buccal, cette dernière manquant chez les Décapodes. J'ai cependant constaté chez eux sa présence, mais elle est fusionnée en une seule glande médiane et impaire, située sous l'œsophage et intimement mêlée à des paquets musculaires. Cette glande est bien, par

sa structure et la position de son canal excréteur, l'homologue des glandes bulbaires des Octopodes.

» M. Livon a reconnu chez le Poulpe (*Octopus vulgaris*) l'existence d'une glande tapissant une des faces de la langue ; il dit ne pas avoir pu trouver le canal excréteur. J'ai retrouvé cette glande chez tous les Céphalopodes que j'ai examinés ; elle est constituée par une sorte de nappe d'*acini* peu contournés, s'ouvrant tous dans l'espace séparant la langue de la mandibule et qui fait partie de la cavité buccale ; cette disposition même explique pourquoi M. Livon n'a pas pu voir de canal excréteur.

» Chez les Octopodes (*Octopus, Eledone, Argonauta*) les glandes salivaires extra-bulbaires sont situées dans des lacunes sanguines considérables où elles baignent largement ; le sang leur arrive par des artères très grêles, partant symétriquement de la première division de l'aorte par un tronc unique de chaque côté ; il se divise presque immédiatement en deux branches, la supérieure traverse la tête et se rend à la paire de glandes bulbaires, l'inférieure descend verticalement à la paire abdominale. Le sang qu'elles apportent en très faible quantité se répand entre les éléments glandulaires, gagne la périphérie et tombe dans le grand sinus par une multitude de pores qui ne sont autre chose que les intervalles des *acini* superficiels ou des tubes glandulaires dans le cas de la glande abdominale.

» Chez les Décapodes (*Sepia, Loligo, Sepiola, Rossia*) les glandes ne baignent plus dans le sinus sanguin : aussi le sang qui les a traversées est-il recueilli par un réseau veineux bien endigué qui va rejoindre la grande veine. Les artères sont aussi plus considérables que chez les Octopodes, mais leur disposition est moins constante.

» Si l'on fait des coupes sur les glandes prises sur les animaux vivants et préparés avec un très grand soin par l'acide osmique, on reconnaît que chez tous les Céphalopodes la glande linguale, la glande impaire sous-œsophagienne des Décapodes et la paire extrabulbaire des Octopodes sont construites sur le même type ; ce sont des grappes d'*acini* formés de cellules cylindriques assez courtes, remplies dans leur tiers inférieur par du protoplasma avec un gros noyau ; le protoplasma se continue sous forme d'un réseau dans le tiers moyen, le reste est rempli par des granulations assez grosses, se colorant fortement ; elles ressemblent beaucoup à des cellules séreuses de Vertébrés. Au contraire, la paire de glandes abdominales est formée par de grandes cellules coniques dont la partie étroite in-

férieure contient le protoplasma, et les deux tiers supérieurs sont remplis par de grosses boules de mucus qui ne se colore pas par les mêmes réactifs que le tiers inférieur; ces larges cellules caliciformes laissent échapper par leur large ouverture les boules de mucus qui se fusionnent en une masse uniforme dans les canaux excréteurs. Il y a une analogie remarquable avec les cellules muqueuses des Vertébrés supérieurs.

» Telle est la structure fondamentale des éléments salivaires; mais leur groupement diffère beaucoup si on l'étudie dans les deux grandes divisions des Céphalopodes. Chez les Décapodes la glande abdominale est petite et formée d'*acini* comme les autres glandes; mais chez les Octopodes elle est très grosse, et c'est une glande en tube que l'on peut arriver à dissoudre par l'action du chlorure d'or. On constate qu'elle est formée par un tube indéfiniment divisé dichotomiquement, à peu près d'égal diamètre dans toute son étendue, sauf aux dernières branches qui sont plus petites. En outre, les branches tubulaires terminales sont revêtues par une couche unique de fibres musculaires en forme d'anneaux très réguliers et bien délimités, dont l'action est évidemment de refouler le mucus vers le canal excréteur.

» Tous les tubes qui constituent cette glande sont contournés et entortillés les uns dans les autres de façon à former un réseau inextricable dont les vides sont remplis par des fibres conjonctives, par de grosses cellules étoilées et par des espaces où circule le sang. Tout cela forme un corps compact que la méthode des coupes seule ne permet pas de débrouiller.

» Enfin, j'ai étudié l'embryogénie de ces glandes chez divers Décapodes et chez un Octopode et complété les recherches de Bobretzky sur de nombreux détails, grâce aux bonnes conditions d'installation et à l'abondance des matériaux qui ont été mis à ma disposition dans les laboratoires de Roscoff et de Banyuls. »

ZOOLOGIE. — *Sur le* Chloræma Dujardini *et le* Siphonostoma diplochaitos. Note de M. Joyeux-Laffuie, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans une Note (¹) relative à ma Communication (²) sur le chlorème de Dujardin, M. Kunstler affirme que le *Chloræma Dujardini* de M. de

---

(1) *Comptes rendus*, t. CIV, p. 1809.
(2) *Ibid.*, p. 1377.

Quatrefages est identique au *Siphonostoma diplochaitos* d'Otto, et que l'Oursin de la grève de Luc-sur-Mer, sur lequel il vit, est le *Psammechinus miliaris* et non le *Toxopneustes lividus* (*Strongylocentrotus lividus*, Agassiz). Il ne donne, comme preuve à l'appui des idées qu'il avance, que ce fait : à savoir, que le *Siphonostoma diplochaitos* vit en commensal sur le *Psammechinus miliaris* des côtes du Boulonais. Or il est de toute évidence que cela n'a jamais prouvé que le *Chlorœma Dujardini* ne vit pas sur le *Toxopneustes lividus* des côtes du Calvados.

» L'opinion de M. Kunstler, qui considère le *Chlorœma Dujardini*, de M. de Quatrefages, comme identique au *Siphonostoma diplochaitos* d'Otto, n'est qu'une variante de l'opinion émise par Claparède relativement au *Chlorœma Edwardsii* et au *Chlorœma dubium*.

» Jusqu'ici, rien ne nous autorise à considérer le *Chlorœma Dujardini*, qui atteint 15^{mm} à 20^{mm} de longueur, comme étant le même animal que le *Siphonostoma diplochaitos*, lequel mesure environ 8^{cm} de long. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le tremblement de terre du 9 juin 1887 dans l'Asie centrale*. Note de M. **Venukoff**, présentée par M. Fouqué.

« Le tremblement de terre qui a eu lieu, le 9 juin, à Vernoï, fut, pendant deux jours, précédé de légères secousses, auxquelles les habitants du pays n'avaient attribué aucune importance, parce qu'ils étaient déjà habitués à de pareils phénomènes. A 4^h35^m du matin, 9 juin, le premier choc, assez violent, réveilla tout le monde (17000 âmes); on entendit un vague bruit souterrain, que l'on compara à des hurlements lointains. Comme l'effet du choc fut à peu près nul, plusieurs personnes, surtout les enfants, s'endormirent de nouveau, et ce n'est qu'un quart d'heure après que le coup principal eut lieu. Il dura de deux à trois minutes.

» De 2500 bâtiments qui formaient la ville, 1700 s'écroulèrent et tombèrent en ruines complètes, impossibles à restaurer : ce furent les bâtiments en brique et en pierre; 800 maisons et remises en bois restèrent debout et ne demandent que la reconstruction des cheminées; 200 personnes furent tuées, dont plus de la moitié (106) étaient des enfants endormis.

» Le gouverneur de la province et sa femme furent blessés. Il est à présent connu que le nombre total de victimes à Vernoï et dans le pays environnant, surtout dans les montagnes Alatau ([1]), dépasse 800.

([1]) Il n'y avait pourtant que des nomades Kirghizes qui habitent sous les tentes :

» De nombreuses crevasses se formèrent dans les montagnes et même à leur pied, dans la plaine, quelques-unes, remplies d'eau chaude. Ce phénomène fut surtout observé à la sortie des montagnes dans la plaine de la rivière Aksaï, à 18^{km} à l'ouest de Vernoï. Il paraît que le centre du tremblement de terre a été dans cette région, car la destruction des bâtiments et la déformation du terrain y ont été extrêmement fortes. Les villages Keskélen et Ouzoun-Agatch, encore plus à l'ouest, ont été également ruinés; mais, comme ils étaient bâtis en bois, ils ont été moins éprouvés, à l'exception des églises construites en pierre.

» A l'est de Vernoï, les effets du tremblement de terre ont été moins désastreux; mais le rayon du pays ébranlé est plus considérable; il dépasse sans doute 200^{km}. On a observé des chocs assez violents à Kazakol, à Préobrajensk, etc., dans le bassin du lac Issyk-Koul, *qui est séparé de Vernoï par la double chaîne des montagnes neigeuses* Alatau, dont le sommet principal atteint 5000^{m}. A l'ouest de Kazakol, la côte du lac Issyk-Koul s'est affaissée de 1^{m}. La superficie totale du pays ébranlé dépasse certainement 50000^{kmq}.

» Il paraît qu'à Vernoï la direction des chocs a été du sud-ouest ou du sud; mais les rapports officiels ne donnent pas encore d'indications précises sur ce sujet. Il est à remarquer qu'au sud-ouest du pays secoué se trouve un autre foyer d'action séismique, dans la vallée du Tchoui, où les tremblements de terre avaient eu lieu deux ou trois ans auparavant.

» A Vernoï, après le 9 juin, plusieurs nouvelles secousses eurent lieu, notamment le 21, le 22 et le 26 juin, la dernière a été assez forte. La période d'agitation séismique continue, et les habitants se sont abrités sous des tentes en toile ou en feutre. On a l'intention du ne rebâtir la ville qu'après des recherches minutieuses sur la nature géologique du sol. Une expédition scientifique, dont le chef est M. Mouchkétow, professeur de Géologie à l'École des Mines de Saint-Pétersbourg et auteur de la carte géologique du Turkestan russe, est envoyée sur place précisément dans ce but. Peut-être sera-t-on obligé de s'éloigner du pied des montagnes vers la plaine, où les secousses ont été moins violentes. »

---

ils ont été tués par le choc même, qui les a jetés par terre, ou par les pierres détachées des flancs des montagnes.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un grêlon contenant une masse pierreuse.* Note de M. G. **Tissandier**, présentée par M. Daubrée.

« M. H. Sudre, professeur à l'École normale de Tarbes, nous a transmis le fait suivant :

» Le lundi 20 juin, vers 4^h du soir, un violent orage accompagné de grêle s'est abattu sur la plaine de Tarbes. Un grêlon oblong, de la grosseur du pouce, est tombé à côté de la maison de M. Vimard, imprimeur à Tarbes. A l'intérieur de ce grêlon se trouvait, assure-t-on, un corps blanc insoluble, de la forme d'un disque très régulier.

» La personne qui a recueilli cet objet l'a soumis à notre examen, en nous priant de ne pas le détériorer. Nous avons constaté que ce disque pierreux, blanc et d'aspect laiteux, a $0^m,013$ de diamètre et $0^m,005$ de hauteur; il pèse 2^{gr}. Il se raye au couteau et à l'ongle et n'est pas attaqué par les acides; sa densité est de 2,3; il est constitué par du gypse. Il a été assurément travaillé. Cette matière pierreuse aurait été enlevée de terre par une trombe, jusque dans un nuage orageux, où la grêle se sera formée autour d'elle.

» On a parfois mentionné l'existence de petits fragments pierreux au centre de grêlons, mais nous ne croyons pas que le fait ait été mentionné pour un corps aussi volumineux et, quoique l'assertion ne soit pas certaine, nous avons cru devoir l'enregistrer. »

M. **Samuel Grawitz** adresse, par l'entremise de M. F. Perrier, les observations suivantes, concernant la préparation des chromates d'aniline et leurs applications :

« Dans une Communication adressée à l'Académie, le 13 juin dernier, MM. L. L'Hôte et Charles Girard ont présenté, comme nouvelle, la préparation des chromates d'aniline.

» La formation de ces corps, par double décomposition, leur séparation à l'état cristallisé au sein de liqueurs convenablement refroidies, ont été signalées, il y a plus de quinze ans, notamment par M. Persoz, à la Société industrielle de Mulhouse (voir *Bulletin* de 1872), et par M. Zurcher (séance du 12 janvier 1876) qui, en soumettant le chlorhydrate d'aniline

faiblement acide à l'action du bichromate de potassium, a obtenu une cristallisation de chromate d'aniline en belles aiguilles jaunes.

» Quant à leur application à la production de matières colorantes diverses, elle a été revendiquée par moi, dans des brevets datant du 3 novembre 1874. J'ai insisté, dès cette époque, sur la persistance de la présence du chrome dans les molécules colorées dérivant des chromates d'aniline. »

M. de Rouvrié adresse une Note relative à l'aviation.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 juillet 1887.

Leçons sur la théorie générale des surfaces et les applications géométriques du Calcul infinitésimal; par Gaston Darboux. Ire Partie : *Généralités, coordonnées curvilignes, surfaces minima.* Paris, Gauthier-Villars, 1887; gr. in-8°. (Présenté par M. Bertrand.)

Mission scientifique du cap Horn, 1882-1883; T. IV : *Géologie; par* le Dr Hyades. Paris, Gauthier-Villars, 1887; in-4°. (Présenté par M. Fouqué.)

Mémoires de la Société géologique de France; 3e série, T. IV. *III. Formation des couches de houille et du terrain houiller.* (*Géogénie*); *par* M. C. Grand'Eury. Paris, au local de la Société, 1887; in-4°. (Présenté par M. Hébert.)

Sur l'emploi de l'électricité pour la transmission du travail à distance; par J. Boulanger. Paris, Gauthier-Villars, 1887; in-8°.

Nouveau traitement du tétanos. Communication au Congrès français de Chirurgie à Paris, 1886; *par* F.-M. Balestri. Gênes, A. Ciminago, 1887; br. in-8°. (Trois exemplaires.)

Mémoires de la Section topographique de l'état-major russe; Vol. XLI, 1886; in-4°. (Présenté par M. le général Perrier.)

Atti della R. Accademia dei Lincei; anno CCLXXXII, 1884-85, serie quarta. *Memorie della classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali*. Vol. I. Roma, tipografia della R. Accademia dei Lincei, 1885; in-4°.

Memorie della regia Accademia di Scienze, Lettere ed Arti in Modena; serie II, Vol. IV. Modena, 1886; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 JUILLET 1887.

PRÉSIDENCE DE M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** signale à ses Confrères la présence de *S. M. Dom Pedro d'Alcantara*, Empereur du Brésil, notre Associé étranger, qui assiste à la séance.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Pasteur*, à la place de Secrétaire perpétuel pour les Sciences physiques, en remplacement de feu M. *Vulpian*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Pasteur** prend place au Bureau, et s'exprime alors comme il suit :

« Mes chers Confrères,

» Je suis profondément touché de l'unanimité des suffrages qui m'ont appelé au Secrétariat perpétuel, pour les Sciences physiques.

» Vous avez donné à cette élection un tel caractère d'intimité, que je voudrais pouvoir adresser à chacun d'entre vous un remerciement personnel.

» Depuis un mois, vous m'avez dissimulé à l'envi les côtés difficiles des fonctions que je reçois aujourd'hui de votre bienveillance. Vous vous êtes efforcés de me persuader qu'il me resterait beaucoup de temps libre pour le travail du laboratoire. Je ne vous promets pas de ne pas vous prendre au mot le plus souvent possible, mais j'essayerai aussi d'être plus à l'Académie que ne me le demandait l'obligeance affectueuse de mon Collègue M. Bertrand.

» Je voudrais désormais consacrer ce qui me reste d'existence en deux parts : l'une, à provoquer des recherches et à former, pour des études dont l'avenir m'apparaît plein de promesses, des élèves dignes de la Science française; l'autre, à suivre attentivement les travaux que l'Académie suscite et encourage.

» La seule consolation, quand on commence à sentir ses propres forces décroître, c'est de se dire que l'on peut aider ceux qui nous suivent à faire plus et mieux que nous-mêmes, en marchant les yeux fixés sur les grands horizons que nous n'avons pu qu'entrevoir. »

Notice sur les travaux scientifiques de M. Gosselin; par M. **A. Richet.**

« Lorsque, à la séance du 2 mai dernier, la famille de M. Gosselin fit parvenir à l'Académie la nouvelle de sa mort, elle lui fit en même temps connaître que, par un codicille testamentaire, notre Confrère défunt exprimait sa volonté formelle qu'aucun discours ne fût prononcé sur sa tombe.

» L'Académie n'eut qu'à s'incliner. Nous conduisîmes silencieusement notre Président à sa dernière demeure, au milieu d'un immense concours de Confrères, de savants, d'amis, de collaborateurs, d'élèves et de clients reconnaissants, tout en déplorant que sa modestie ne nous eût pas permis de rappeler, dans ce douloureux moment, combien cette vie avait été dignement remplie. Aujourd'hui, après trois mois écoulés, avec l'assentiment de la famille, j'ai cru pouvoir, sans manquer à la déférence due aux der-

nières volontés d'un ami qui n'est plus, retracer devant vous quelques traits de cette noble existence.

» Athanase-Léon Gosselin est né le 16 juin 1815, dans une vieille maison aujourd'hui disparue de la rue Sainte-Avoye.

» Son père, homme éclairé, lui fit donner une éducation d'autant plus soignée, qu'il le destinait à être médecin, comme l'était son oncle maternel le Dr Jacquemin, médecin des prisons de la Seine, praticien très estimé. Placé d'abord au collège de Versailles, il y fit toutes ses études, jusqu'à la Rhétorique inclusivement; puis il revint à Paris pour suivre les cours de Philosophie à Charlemagne, comme élève externe.

» C'était en 1833. Pendant toute cette année, il vécut au milieu des siens, vraie famille de patriarches, composée du père, de la mère, de la grand'mère, de trois frères et d'une sœur; M. Jacquemin en faisait également partie. Ce dernier, voyant les dispositions précoces de son neveu pour les Sciences naturelles, eut l'idée d'ouvrir, dans sa maison même, un cours élémentaire d'Anatomie. Il réunit plusieurs jeunes élèves en Médecine attachés à son service médical, et trois fois par semaine, sur des préparations anatomiques provenant des cadavres de prisonniers qui avaient succombé dans l'ancienne *prison de La Force,* dont il était le médecin, il faisait des démonstrations d'Anatomie.

» Le jeune Gosselin, qui menait de front ses études de Philosophie, sa préparation au baccalauréat et ces conférences d'Anatomie, étonnait ses condisciples par son assiduité et sa facilité. Le Dr Debrou, chirurgien en chef de l'Hôtel-Dieu d'Orléans, seul survivant aujourd'hui de ces disciples du bon Dr Jacquemin, et de qui je tiens ces détails, ajoute que Gosselin devint rapidement l'élève le plus distingué de la conférence. Aussi fut-il reçu, au concours de 1834, externe des hôpitaux et, l'année suivante, interne, après deux ans d'études seulement, ce qui était sans exemple.

» Une fois interne, il lui fallut quitter la maison de famille, pour aller vivre à l'hôpital, et cela pendant quatre ans. Cette séparation, quoique momentanée, lui fut pénible, ainsi qu'il le disait plus tard; mais il trouva des compensations dans un travail assidu.

» Le matin, il suivait la visite de son chef; le soir, il faisait très régulièrement la contre-visite, toujours suivi de quelques élèves auxquels il faisait une petite leçon au lit du malade. Il débutait ainsi dans son rôle de professeur de Clinique, que plus tard il devait rendre si brillant et si utile.

» C'est de ce moment que date notre liaison.

» Ce désir, je dirais même ce besoin de communiquer aux autres ses

pensées et ses réflexions sur tous les sujets qu'il abordait, était vraiment inné. Nous le voyons apparaître dès son début dans la carrière; il grandira et se perfectionnera avec les années, mais déjà on pouvait prévoir que Gosselin était né avec toutes les qualités du professeur.

» En 1840, il est nommé au concours aide d'Anatomie, puis prosecteur en 1842, ce qui fut pour lui une nouvelle occasion de développer dans des conférences quotidiennes ses aptitudes professorales.

» Jusqu'ici, il n'avait abordé que les petits concours; à partir de ce moment, il va parcourir rapidement tous les échelons de la carrière. En 1844 il est nommé, le premier, agrégé en Chirurgie. En 1845 il devient, toujours par concours, chirurgien des hôpitaux. En 1846, la mort de Gilbert Breschet, votre Confrère, ayant rendu vacante la chaire d'Anatomie de la Faculté et, par suite, celle de chef des travaux anatomiques, Gosselin est nommé à cette place qu'avait illustrée Dupuytren. Cette promotion assurait, dans un avenir rapproché, sa nomination au professorat.

» C'est, en effet, ce qui eut lieu en 1858, douze années plus tard. Mais il faut noter que, dans cet intervalle, le concours, auquel Gosselin devait tous ses rapides succès, avait été supprimé par un décret présidentiel, qui avait rétabli la nomination directe sur présentation. Il est certain que cet événement inattendu retarda de plusieurs années l'avènement de notre Confrère au professorat.

» Les destinées de Gosselin étaient désormais fixées. Il allait pouvoir se livrer entièrement à l'enseignement de la Chirurgie, but suprême de tous ses efforts.

» Il ne faudrait pas croire cependant que jusqu'à ce moment il n'eût travaillé que pour le concours, et en vue de conquérir une position. Loin de là, cette période a été une des plus fécondes de sa vie scientifique, celle pendant laquelle il a produit des travaux remarquables et pleins de sève, ce qui ne l'empêchera pas, alors même qu'il fera partie de l'Académie de Médecine en 1860 et, plus tard, de l'Académie des Sciences, de continuer ses recherches avec une activité juvénile. Après avoir ainsi jeté un rapide coup d'œil sur les diverses phases de cette existence si pleine, il me faut dire quels sont, parmi les nombreux travaux de notre Confrère, ceux qui lui assurent une place distinguée parmi les savants.

» Son œuvre est considérable; j'en extrairai ce qu'il y a de plus saillant et de moins technique au point de vue médical, car je n'oublie pas que je parle ici, non devant une assemblée de médecins, mais devant l'Académie des Sciences. C'est dire que j'insisterai plus spécialement sur les décou-

vertes de notre Confrère et les progrès qu'il a fait faire à la Science, laissant de côté les travaux utiles, mais simplement didactiques.

» Avant d'être professeur de Chirurgie, Gosselin avait, pendant quinze années, comme la plupart d'entre nous, vécu la vie d'un homme de laboratoire, occupé de recherches d'Anatomie, de Physiologie et d'Expérimentation sur les animaux.

» A cette époque, les laboratoires n'étaient guère que des cabinets infects, à peine aérés, mal éclairés, sans outillage autre que celui que nous pouvions nous procurer avec nos propres ressources. Je me rappelle encore l'étonnement du Ministre et du Préfet de la Seine, visitant à la tête d'une Commission, en 1871, les misérables laboratoires de notre École pratique. Aujourd'hui, quoiqu'il reste encore beaucoup à faire, les choses ont bien changé. Comme chef des travaux anatomiques, Gosselin était naturellement mieux partagé que les aides d'Anatomie et les prosecteurs, et son cabinet de travail était suffisamment éclairé et outillé. Il y passait ses journées entières et il faut se hâter d'ajouter qu'il a su profiter des avantages exceptionnels que lui donnait sa position.

» C'est là qu'il fit ses recherches sur les fibro-cartilages inter-articulaires, et plus tard celles sur les kystes synoviaux de la main et du poignet.

» Dans ce dernier Mémoire, qui date de 1855, l'auteur démontre, ce que personne ne soupçonnait alors, qu'il existe, dans l'épaisseur de la membrane qui revêt les articulations, des follicules analogues aux follicules sébacés de la peau. Comme pour ces derniers, le conduit qui déverse à la surface de la membrane le liquide onctueux destiné à la lubrifier est susceptible de s'engorger et de s'oblitérer. Alors le liquide retenu dans la cavité folliculaire s'accumule peu à peu et forme des tumeurs transparentes autour de la jointure. Ces tumeurs étaient sans doute signalées avant les recherches de notre Confrère, on leur donnait même le nom de *ganglion*, qui consacrait une erreur; le travail de Gosselin en a fait justice.

» Ses études sur la substance médullaire des os longs ont eu également pour résultat de mettre en lumière une autre vérité anatomique. Depuis Bichat, tous les anatomistes admettaient sans conteste que les cavités creusées à l'intérieur des os longs étaient revêtues par une membrane continue, à laquelle on donnait le nom de *membrane médullaire*.

» Les chirurgiens, de leur côté, décrivaient sous le nom de *médullite* l'inflammation de cette prétendue membrane. Gosselin, à l'aide des investigations les plus minutieuses, par l'inspection directe, les réactifs chimiques, les macérations, les injections pénétrantes et colorées et enfin

les examens microscopiques, prouve que cette membrane n'existe pas; la cavité des os longs est simplement remplie par une graisse fluide mélangée d'éléments anatomiques divers, et traversée en tous sens par des vaisseaux sanguins très délicats qui président à la nutrition des couches internes de l'os. L'usage de cette substance médullaire est de protéger les vaisseaux, de combler les vides et de contribuer enfin à entretenir la vitalité des couches profondes de l'os, comme le périoste en alimente les couches externes.

» Cette démonstration purement anatomique, qui prouve la justesse de l'esprit investigateur de notre Confrère, ne restera pas lettre morte : plus tard, il en tirera parti, lorsqu'il étudiera les accidents qui compliquent les grandes fractures avec plaies.

» Son habileté dans les préparations anatomiques était grande; il maniait avec sûreté et patience les divers moyens d'investigation : c'est ainsi qu'en faisant des injections fines, pour démontrer la structure intime du testicule, il s'aperçut que, si d'ordinaire on obtenait assez facilement la pénétration de la matière colorante ou du mercure jusque dans les extrémités des conduits spermatiques, il arrivait cependant, et même assez souvent, que ces injections rencontraient chez les adultes et les vieillards un obstacle insurmontable.

» La dissection lui permit de constater que cet obstacle siégeait toujours soit dans la queue de l'épididyme, soit dans la partie avoisinante du conduit d'émission du sperme; il découvrit alors que cet obstacle était dû à un état maladif, consécutif aux inflammations de ces conduits, inflammations presque toujours consécutives aux blennorragies. Ces recherches anatomo-pathologique furent le sujet d'un premier Mémoire que couronna l'Académie des Sciences en 1853.

» Ici encore, comme pour ses recherches sur la substance médullaire des os longs, l'anatomiste précéda le chirurgien : ce n'est en effet que quelques années après que Gosselin va compléter sa découverte par une démonstration clinique.

» En effet, il était curieux et intéressant de savoir si les individus dont les deux conduits spermatiques sont ainsi oblitérés ne sont pas déchus de leur virilité. Ce qu'il y a de certain, c'est qu'ils sont encore puissants. Mais ont-ils conservé le pouvoir fécondant? L'expérience clinique a répondu négativement. En effet, Gosselin a démontré, le microscope à la main, que le liquide qui continue à s'accumuler dans le grand réservoir du sperme, c'est-à-dire dans les vésicules séminales, n'est plus du vrai

sperme et qu'il est dépourvu de spermatozoaires, d'où l'infécondité. Mais cette infécondité sera-t-elle durable? sera-t-elle définitive? Il résulte des observations de notre Confrère qu'il est fort rare et tout à fait exceptionnel que, chez ces individus, les spermatozoaires reparaissent.

» Enfin, il a de plus démontré que l'oblitération absolue des conduits spermatiques n'avait pas pour effet, comme on aurait pu le croire, d'enrayer la sécrétion spermatique dans la glande elle-même. Chose inattendue, la glande séminale ne s'atrophie pas : elle continue à fonctionner comme si le liquide séminal avait son libre cours, ce qui constitue, au point de vue physiologique, un fait d'une haute importance.

» Enfin notre Confrère compléta plus tard son beau travail par ses recherches sur les kystes de l'épididyme, du testicule et de l'appendice testiculaire.

» Son Mémoire sur l'épaississement de la tunique vaginale dans l'hydrocèle et l'hématocèle nous a révélé des détails d'Anatomie pathologique inconnus jusqu'à lui. Ce sont ces faits qui ont conduit l'auteur à une méthode nouvelle de traitement de cette affection, à laquelle il attachait un grand prix. Il avait nommé cette opération la *décortication*.

» Sa nomination à la chaire de Pathologie externe, loin de ralentir son zèle, malgré le surcroît d'occupation qu'elle lui apportait, ne fit que le surexciter.

» Tout en continuant la publication d'un ouvrage considérable, le *Compendium de Chirurgie*, conçu peut-être sur de trop larges bases, il fit paraître ses *Leçons sur les hernies abdominales*, où l'on retrouve toutes ses qualités d'observateur fin et sagace et de chirurgien d'une haute moralité. J'en veux donner un exemple. Dans sa thèse d'agrégation, il avait posé en principe que, dans le traitement de l'étranglement de la hernie, il fallait toujours essayer de faire rentrer l'intestin, même au prix des plus grands efforts exercés sur lui, et à plusieurs reprises. Il se constituait donc le partisan et le défenseur de la méthode dite du *taxis forcé et réitéré*. Mais cette méthode expose à de graves dangers; on ne peut savoir d'une manière sûre jusqu'à quel point l'intestin hernié est altéré, et, en le comprimant avec énergie, on est exposé à le rompre. Or cette rupture, c'est la mort.

» Naturellement, les critiques, quelques-unes acerbes, ne lui furent pas épargnées; plus tard, mûri par l'expérience, il reconnut son erreur et modifia sa pratique, à la suite d'un fait malheureux dont il n'hésita pas à publier l'observation. Le véritable progrès, dit-il, serait de supprimer aujourd'hui et le taxis forcé et le taxis réitéré qui offrent certains dangers;

il faut soumettre le malade à l'anesthésie chloroformique, exercer alors un *taxis doux* au moyen de *pressions modérées,* mais toujours à la condition *d'opérer de suite*, lorsque, après cette tentative bien faite, la hernie n'est pas rentrée. On ne saurait trop louer cet exemple de loyauté scientifique qui porte avec lui un haut enseignement.

» Outre un nombre considérable de Mémoires, de Rapports, de recherches sur les points les plus divers de la pathologie chirurgicale, Gosselin avait publié, dans les dernières années de sa carrière, sous le titre de *Clinique de l'Hôpital de la Charité*, trois volumes qui ne comprennent pas moins de 139 Leçons traitant de toutes les questions à l'ordre du jour : de l'anesthésie en Chirurgie ; des pansements et de la méthode antiseptique, et naturellement il s'est complu à développer les recherches qui lui sont personnelles, lesquelles ont jeté une vive lumière sur diverses questions, par exemple sur les fractures des os longs et leur considération ; sur les maladies chirurgicales des adolescents ; sur l'infection purulente.

» Cette question de la septicémie et du moyen de la combattre paraît l'avoir préoccupé jusque dans les dernières années de sa vie ; car, outre ses discours à l'Académie de Médecine en 1875 et 1878 sur les pansements antiseptiques, il a publié en 1885, dans les *Archives de Médecine,* ses nouvelles recherches sur les pansements antiseptiques, et enfin il nous a communiqué en septembre de cette même année, à l'Académie des Sciences, ses dernières études expérimentales sur les pansements avec le sous-nitrate de bismuth.

» C'est que son esprit observateur avait une tendance essentiellement pratique. Il pensait que le but suprême de la Chirurgie est avant tout, et par-dessus tout, la guérison du malade.

» Tous les Ouvrages de Gosselin sont écrits d'un style facile et je dirais volontiers abondant. Buffon a dit : « Le style c'est l'homme. » Rien n'est plus vrai. C'est qu'il serait effectivement bien difficile d'écrire autrement qu'on pense. La pensée de notre Confrère était toujours limpide et méthodique ; son style, qui n'est que le reflet ou pour mieux dire l'expression de sa pensée, est toujours net et précis. Jamais la phrase n'est ni torturée ni alambiquée. Ah ! par exemple, il n'y faut chercher ni le langage fleuri, ni les tournures élégantes, ni les périodes arrondies, qui d'ailleurs ne se comprendraient guère lorsqu'il s'agit de descriptions d'Anatomie ou de Pathologie. Son langage dit toujours ce qu'il veut dire, il le dit bien, et c'est assez. Tel doit être le langage de la Science.

» Gosselin était un professeur incomparable : peut-être manquait-il un

peu d'animation; sa parole simple et facile semblait couler de source, bien rarement elle hésitait. Jamais il ne se reprenait, et sa diction nette et posée commandait l'attention. Il exposait avec ordre et méthode, sa mémoire était sûre et son érudition de bon aloi. J'entendais un jour un jeune médecin dire qu'on ne sortait jamais d'une de ses Leçons sans y avoir appris quelque chose. C'est là un grand éloge.

» Comme orateur, dans les discussions académiques, il conservait les mêmes qualités ; mais son débit n'avait rien d'entraînant : ce n'était point un *debatter*, comme disent les Anglais, mais c'était un démonstrateur, un peu froid peut-être, mais toujours facile à suivre et à comprendre. Quelques-uns lui reprochaient de faire ses discours comme des leçons, bref de se croire, non à la tribune académique, mais dans sa chaire professorale. Autre chose est la discussion académique, ou la démonstration *ex cathedra :* la première, presque entièrement faite de spontanéité, exige un esprit vif et alerte, tandis que la deuxième demande avant tout la méthode et la réflexion. Notre Confrère, je crois, était surtout professeur.

» C'était l'homme du devoir. Bien rarement il manquait une séance académique et plus rarement encore sa visite à l'hôpital. Il était d'une exactitude exemplaire; jamais une visite à sa clientèle personnelle ne l'aurait détourné de l'heure matinale à laquelle il arrivait à son service.

» La bienveillance faisait le fond de son caractère, et je ne crois pas qu'il ait jamais brusqué un malade en paroles ou autrement, comme la légende prétend que l'ont fait parfois de grands chirurgiens. Je dis la légende, car de nos jours la brusquerie chirurgicale n'est plus à l'ordre du jour, si elle l'a été autrefois.

» Non seulement Gosselin était bienveillant, mais il était toujours courtois. A son neveu, qui s'étonnait de l'entendre parler en termes aimables d'un compétiteur qui ne l'avait pas ménagé dans plusieurs circonstances, il répondait : « Si jamais je devenais son juge, la seule chose dont je me » souviendrais, c'est qu'il a beaucoup de talent. » Voilà qui caractérise l'homme.

» Pendant le siège de Paris et pendant la Commune, il continua à faire son service à la Charité et dans les nombreuses ambulances dont il avait accepté la direction. Tel était le prestige qu'inspiraient sa droiture et sa probité qu'il fut appelé à visiter les otages à la Roquette. Il en revint navré : « Jamais, disait-il, je n'oublierai la fermeté, le courage, la sérénité » de tous ces braves gens, et particulièrement de M[gr] Darboy et du Pré-

» sident Bonjean », qu'il trouva calmes et préparés à la catastrophe irréparable qui devait prochainement s'accomplir.

» Épuisé par la fatigue et l'émotion, dans les derniers jours de la lutte du second siège, il était allé à Arcueil chercher à la campagne quelques heures d'un repos bien nécessaire. Là il apprit tout à coup que les troupes venaient d'entrer dans Paris, et que les insurgés qui partout allumaient des incendies menaçaient particulièrement la rive gauche, où se trouvaient son hôpital et ses blessés. N'écoutant que son courage et toujours pénétré de ce sentiment du devoir qui ne l'abandonnait jamais, il rentra à pied à travers mille obstacles et mille dangers et parvint enfin jusqu'à la Charité, toujours accompagné de la courageuse M[me] Gosselin, dont on ne saurait trop louer la conduite héroïque. Il s'installa en permanence à l'hôpital au milieu de ses nombreux blessés et ne les quitta plus ni jour ni nuit.

» Peu de temps après, le Gouvernement lui décerna la croix de commandeur.

» C'est en 1874 que l'Académie des Sciences le nomma en remplacement de Nélaton. C'était le couronnement de sa belle carrière. Il fut vivement touché de ce grand honneur, récompense de ses beaux travaux et de ses utiles découvertes. Par son affabilité, sa modestie, et surtout par son grand sens pratique et la part utile qu'il prit à vos travaux, il sut bientôt acquérir l'estime de tous. On le vit bien lorsque, à la fin de 1885, nous dûmes procéder à l'élection d'un vice-président. Les suffrages se portèrent sur son nom avec empressement, quoiqu'il n'eût fait aucune démarche, exprimé aucun désir, mais donné seulement son assentiment.

» Depuis quelque temps déjà, sa santé semblait fléchir. Il était, depuis les grandes fatigues du siège, sujet aux oppressions et se plaignait d'une sorte de catarrhe suffoquant; comme tant d'autres, il devait être une des victimes tardives des cruelles émotions qu'on a désignées sous le nom de *fièvre obsidionale*.

» Il ne pouvait parler un peu longtemps sans être saisi d'un accès de toux convulsive. Ces crises se rapprochèrent et l'obligèrent, à plusieurs reprises, à un repos qui lui pesait.

» Bientôt, des douleurs intolérables du côté de l'estomac se manifestèrent dès qu'il avait pris quelques aliments. Au commencement de 1887, lorsqu'il monta au fauteuil présidentiel, il avait déjà le sentiment de sa fin prochaine; parfois même il m'en faisait la confidence, et, comme j'insistais, essayant de chasser ces tristes pensées : « Vous verrez, me disait-il, que, » comme Bouley, je n'irai pas jusqu'à la fin de ma présidence. » Peu de per-

sonnes savent les efforts qu'il faisait pour rester à ce qu'il appelait *son poste d'honneur*. Plusieurs jours à l'avance, il s'y préparait; puis, au moment de monter au fauteuil, il s'administrait, pour modérer ses souffrances, une forte dose de morphine, par la méthode hypodermique.

» Stoïque et courageux jusqu'à la fin, il s'éteignit sans une plainte, au milieu de sa famille éplorée.

» D'autres existences ont été plus brillantes, d'autres ont davantage occupé la renommée, bien peu ont été aussi bien remplies et aussi utiles. Jamais envieux ni jaloux, sa modestie égalait sa science profonde. Ami de la jeunesse, il l'encourageait, et souvent il s'adjoignait de jeunes collaborateurs auxquels il faisait, dans le succès obtenu, une large part.

» Novateur, il aimait le progrès : aussi toutes les découvertes nouvelles étaient-elles accueillies par lui sans prévention; mais il se réservait de ne les admettre que sous bénéfice d'inventaire. Un des premiers parmi les chirurgiens, il employa l'éther d'abord et le chloroforme ensuite, au sujet duquel nous lui devons de très intéressantes recherches.

» Dès que le Dr Batailhé eut démontré les propriétés antiseptiques des pansements à l'alcool, il les adopta dans son service, et même il ne tarda pas à substituer à l'alcool pur l'alcool camphré, c'est-à-dire doublement antiseptique, dont je lui avais démontré l'efficacité supérieure, alors que nous étions collègues à l'hôpital de la Pitié.

» Plusieurs années après, lorsque Lister eut fait connaître les heureux résultats des pansements phéniqués, il s'empressa d'en faire l'essai dans ses salles et de constater leur heureuse influence.

» C'était d'ailleurs un des plus fervents adeptes du panspermisme et un des grands admirateurs de notre illustre Confrère M. Pasteur, dont, disait-il, les idées avaient transformé les théories médicales.

» Gosselin était, avant tout, l'homme de la famille; il aimait peu le monde, et, en dehors de sa profonde amitié pour les siens, nous ne lui connaissions d'autre passion que celle de la Science et particulièrement de la Chirurgie. A la campagne, où il passait une partie de ses étés avec les siens, il semblait qu'il y allât plutôt par complaisance que par goût. Il paraissait heureux dès qu'il rentrait à Paris, pour y reprendre son service d'hôpital et ses autres occupations.

» Telle a été la vie, sans tache et sans faiblesse, de ce savant, de cet homme de bien, que nous pouvons offrir en exemple aux jeunes générations. Il a eu l'estime de ses contemporains, il aura l'estime et la reconnaissance de la postérité. »

Notice sur M. Alfred Terquem, *Correspondant de l'Académie pour la Section de Physique;* par M. **Mascart.**

« M. Alfred Terquem portait un nom qui a déjà eu dans la Science plusieurs représentants distingués. Dans cette famille, vraiment patriarcale, toutes les joies et les peines étaient en commun, et nous sommes assuré de répondre au vœu le plus cher du Correspondant aimé que nous venons de perdre en associant son souvenir à ceux de ses proches qui l'ont précédé.

» Son grand-oncle, Olry Terquem, qui fut, pendant près de cinquante ans, bibliothécaire du Dépôt central d'Artillerie, est devenu populaire par la publication des *Nouvelles Annales de Mathématiques,* qu'il dirigea avec M. Gerono de 1842 à 1862. M. Chasles a consacré à ce savant modeste, dont on a dit qu'il fut le meilleur des hommes, une Notice scientifique qui est pour ses enfants un véritable titre d'honneur.

» Il possédait, dit M. Chasles, une érudition immense, que rehaussait la connaissance de toutes les langues vivantes et anciennes. Il joignait à tant de savoir une modestie rare et une obligeance inépuisable : aussi ce n'est pas seulement au corps de l'Artillerie qu'il a rendu de continuels services, c'est à une foule de professeurs, à tous les savants qui ont eu recours à ses lumières.

» O. Terquem a publié plusieurs travaux personnels, des recherches historiques sur les connaissances mathématiques chez les Hindous, mais il a été surtout utile par les *Nouvelles Annales,* en excitant les jeunes géomètres à des recherches sur les questions proposées, en accueillant leurs essais, en les tenant au courant des faits nouveaux de la Science, tant par cette publication que par ses communications individuelles. Un de ses fils, Charles Terquem, mort à cinquante-deux ans, était un officier d'Artillerie du plus grand mérite ; il avait lui-même des connaissances mathématiques étendues et prit une part importante à la transformation des bouches à feu, par la rayure des canons.

» Le père de notre Correspondant, également du nom d'Olry, était pharmacien à Metz ; mais les intérêts de sa profession eurent beaucoup à souffrir de sa passion pour l'Histoire naturelle et du zèle désintéressé avec lequel il se prodiguait pour développer l'enseignement à tous les degrés dans sa ville natale. Il publia plusieurs Mémoires importants sur la Géologie, la Paléontologie, et particulièrement sur les Foraminifères fossiles.

Après les événements de 1870, il dut quitter Metz et vint à Paris pour se consacrer à ses travaux avec une ardeur toute juvénile. Les Laboratoires et les Collections du Muséum d'Histoire naturelle n'avaient pas de fidèle plus assidu; en même temps qu'il poursuivait ses recherches, il mettait généreusement à la disposition de tous les travailleurs ses connaissances approfondies dans un domaine tout spécial. Jusqu'à l'âge de quatre-vingt-dix ans, il ne passait pas moins de six heures par jour à son microscope, dessinant avec une rare habileté les objets les plus délicats; ce vieillard actif, affectueux, serviable sans limite et sans autre souci que d'être utile, faisait l'admiration de tous ceux qui l'ont connu. Il interrompit son travail quelques jours seulement et s'éteignit, il y a un mois à peine, sans avoir la douleur d'assister à la mort d'un fils qu'il avait tant chéri et qui devait lui survivre si peu.

» Alfred Terquem a dignement continué une si noble tradition. Né à Metz, le 31 janvier 1831, il entra à l'École Normale en 1849. Il fut d'abord professeur adjoint au lycée de Metz, puis chargé de cours au lycée de Châteauroux, revint à l'École Normale en 1856 comme préparateur de Physique et retourna au lycée de Metz en 1858; c'est là que je le connus quelques années plus tard et que je pus apprécier sa nature sympathique. En 1866 il succéda à M. Bertin dans la chaire de la Faculté des Sciences de Strasbourg et, après avoir passé une année à la Faculté de Marseille, il vint à Lille pour se rapprocher, autant que possible, de sa famille dispersée par les conséquences de la guerre.

» Ses publications scientifiques sont très nombreuses; elles se rapportent principalement à l'acoustique, la capillarité, la chaleur, avec quelques incursions dans les autres branches de la Physique.

» Dans un premier travail qui remonte à l'année 1859, M. Terquem a étudié un phénomène, signalé par Savart, sur les lignes nodales singulières qui se produisent lors de l'ébranlement longitudinal des verges prismatiques. Ces lignes sont dues à la coexistence de vibrations transversales ou tournantes à l'unisson du mouvement longitudinal; d'autres lignes analogues se manifestent également quand le son transversal est à l'octave grave du son longitudinal. Ce qui est digne de remarque, c'est que les vibrations ne sont persistantes que pour un accord approché entre les deux vibrations à angle droit et que toute vibration devient impossible quand il existe un accord rigoureux entre le son longitudinal et un harmonique transversal; le même fait a été observé depuis pour les vibrations produites par résonance. Les courbes nodales, obtenues dans ces circonstances,

ont été également soumises au calcul, et l'expérience s'est trouvée rigoureusement conforme à la théorie.

» Dans le même ordre d'idées, M. Terquem a étudié les vibrations très complexes qui se produisent dans les plaques carrées, suivant que certains points sont appuyés ou libres. La théorie et l'expérience montrent que le phénomène peut toujours se ramener à des lignes nodales équidistantes, parallèles aux côtés du carré.

» Un travail important, publié en 1870, a pour objet l'étude théorique des sons produits par les chocs discontinus et, en particulier, par la sirène. L'application de la série de Fourier à l'explication du timbre dans le cas des chocs discontinus montre, d'une manière générale, que tous les ébranlements transmettent à l'oreille la même impression que s'ils étaient formés d'une onde condensée et d'une onde dilatée; on peut ainsi expliquer les expériences de Savart sur le son produit par quelques dents d'une roue dentée, les expériences de Seebeck sur la sirène polyphone, etc. La même théorie rend compte des sons résultants : il suffit qu'au moment de la coïncidence des deux vibrations, l'ébranlement total ne soit pas égal à la somme des ébranlements partiels, ce qui arrive fréquemment, pour que d'autres sons prennent naissance, parmi lesquels le son résultant différentiel.

» Nous signalerons encore, dans le même ordre d'idées, plusieurs autres Mémoires sur les courbes dues à la coexistence de deux mouvements vibratoires rectangulaires, sur l'explication de l'harmonica chimique, sur l'emploi du vibroscope transformé en tonomètre pour déterminer le nombre absolu des vibrations, particulièrement des sons graves, sur la théorie des battements de deux sons d'inégale intensité (en collaboration avec notre Confrère M. Boussinesq), sur l'interférence des sons, etc.

» L'ensemble de ces travaux constitue une contribution importante à la théorie de l'Acoustique; ils sont d'autant plus méritoires que pendant plusieurs années M. Terquem, en France, a été un des rares physiciens dont les recherches fussent poursuivies dans cette direction.

» Je citerai aussi plusieurs expériences ingénieuses publiées par M. Terquem sur les phénomènes capillaires, sur les systèmes que l'on obtient par les liquides visqueux avec des équipages de fils rigides, et sur la tension superficielle. Il a rédigé, pour l'*Encyclopédie* de notre Confrère M. Fremy, un Traité des phénomènes capillaires dans lequel on trouve un grand nombre de faits nouveaux et de vues personnelles.

» M. Terquem a fait également diverses publications, la plupart d'un caractère didactique, sur la théorie de la chaleur, les phénomènes d'optique et d'électricité; je signalerai en terminant des recherches historiques du plus grand intérêt, un résumé de l'Histoire de la Physique depuis son origine jusqu'à Galilée, et un important Ouvrage intitulé : *La Science romaine à l'époque d'Auguste*, d'après les renseignements trouvés dans Vitruve.

» Par la droiture de son caractère, son amour du bien et sa générosité, M. Terquem n'a connu que des amis. En dehors de ses devoirs professionnels, il consacrait la plus grande partie de son temps à suivre, aider et encourager le travail de ses élèves. Depuis quelques années il était atteint d'un mal qui ne laisse guère d'espérance, et, quand il fut question de le nommer Correspondant de l'Académie, nous avions lieu de craindre que cette récompense si méritée d'une vie de travail ne fût guère qu'une consolation pour ses derniers jours. Il attendait la fin stoïquement, ayant préparé depuis six mois, dans un coin de son bureau, une Note sur ses funérailles, qu'il désirait très simples, avec une liste des personnes qu'on devait informer, et jusqu'à l'argent nécessaire pour y subvenir. Il est mort debout, le 16 juillet 1887, dans les bras de sa fille, qu'il entraîna dans sa chute en criant : Mon père, je viens! »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations linéaires à deux variables indépendantes;* par M. **Gaston Darboux.**

« Considérons l'équation linéaire aux dérivées partielles

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x\,\partial y} = a\frac{\partial z}{\partial x} + b\frac{\partial z}{\partial y} + cz, \tag{1}$$

où les coefficients a, b, c sont des fonctions quelconques de x et de y.

» Nous désignerons par la notation $[m, n]$ une expression de la forme

$$Az + A_1\frac{\partial z}{\partial x} + A_2\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} + \ldots + A_m\frac{\partial^m z}{\partial x^m} + B_1\frac{\partial z}{\partial y} + B_2\frac{\partial^2 z}{\partial y^2} + \ldots + B_n\frac{\partial^n z}{\partial y^n},$$

où z désigne une solution particulière de l'équation (1) et où les coefficients A, A_i, B_k seront des fonctions quelconques des variables indépendantes x, y. On déduira évidemment de l'équation aux dérivées partielles

les relations suivantes

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x\,\partial y} = [1, 1],$$

$$\frac{\partial^3 z}{\partial x^2\,\partial y} = [2, 1], \qquad \frac{\partial^3 z}{\partial x\,\partial y^2} = [1, 2],$$

$$\dots\dots\dots\dots\dots, \qquad \dots\dots\dots\dots\dots;$$

$$\frac{\partial^m z}{\partial x^{m-1}\,\partial y} = [m-1, 1], \qquad \frac{\partial^m z}{\partial x\,\partial y^{m-1}} = [1, m-1].$$

» Cela posé, considérons la fonction

$$(2) \qquad Z = Pz + P_1\frac{\partial z}{\partial x} + \ldots + P_m\frac{\partial^m z}{\partial x^m} + Q_1\frac{\partial z}{\partial y} + \ldots + Q_n\frac{\partial^n z}{\partial y^n}.$$

Si on la différentie successivement par rapport à x et à y, on obtiendra trois relations de la forme

$$\frac{\partial Z}{\partial x} = [m+1, n], \qquad \frac{\partial z}{\partial y} = [m, n+1], \qquad \frac{\partial^2 Z}{\partial x\,\partial y} = [m+1, n+1],$$

et, par conséquent, on pourra déterminer deux fonctions H, K de x et de y, telles que l'on ait

$$(3) \qquad \frac{\partial^2 Z}{\partial x\,\partial y} - H\frac{\partial Z}{\partial x} - K\frac{\partial Z}{\partial y} = [m, n].$$

» Cette égalité, il est utile de le remarquer, a lieu seulement lorsqu'on prend pour z, dans la formule (2), une solution, d'ailleurs quelconque, de l'équation aux dérivées partielles (1).

» Supposons maintenant que l'on ait déterminé les coefficients P, P_i, Q_k par la condition suivante : Z s'annulera lorsqu'on substituera à z l'une quelconque des $m+n$ solutions particulières linéairement indépendantes

$$u_1, \quad u_2, \quad \ldots, \quad u_{m+n}$$

de l'équation (1); Z prendra évidemment la forme

$$(4) \qquad Z = \lambda \begin{vmatrix} z & \frac{\partial z}{\partial x} & \cdots & \frac{\partial^m z}{\partial x^m} & \frac{\partial z}{\partial y} & \cdots & \frac{\partial^n z}{\partial y^n} \\ u_1 & \frac{\partial u_1}{\partial x} & \cdots & \frac{\partial^m u_1}{\partial x^m} & \frac{\partial u_1}{\partial y} & \cdots & \frac{\partial^n u_1}{\partial y^n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ u_{m+n} & \frac{\partial u_{m+n}}{\partial x} & \cdots & \frac{\partial^m u_{m+n}}{\partial x^m} & \frac{\partial u_{m+n}}{\partial y} & \cdots & \frac{\partial^n u_{m+n}}{\partial y^n} \end{vmatrix};$$

et, de plus, le premier membre de l'égalité (3) s'annulant quand on y remplace z par l'une quelconque des solutions u_i, il devra en être de même du second, qui sera, par conséquent, proportionnel à Z.

» On aura donc

$$\frac{\partial^2 Z}{\partial x\,\partial y} - H\frac{\partial Z}{\partial x} - K\frac{\partial Z}{\partial y} = LZ, \tag{5}$$

et la fonction Z satisfera à une équation de même forme que l'équation (1). Nous pouvons donc énoncer le théorème suivant :

» *Étant donnée une équation linéaire aux dérivées partielles à deux variables indépendantes, on forme la fonction Z définie par la formule (4), au moyen de la solution générale z et de $m+n$ solutions particulières quelconques $u_1, \ldots, u_{m+n}$ de l'équation proposée. Cette fonction Z satisfera, elle aussi, à une équation linéaire du second ordre dont elle sera l'intégrale générale.*

» Le cas le plus simple de ce théorème, celui où l'on prend pour Z la fonction

$$Z = \lambda\left(z\frac{\partial u_1}{\partial x} - u_1\frac{\partial z}{\partial x}\right),$$

vient d'être donné par M. Lucien Lévy, dans un Mémoire inséré au LVIe Cahier du *Journal de l'École Polytechnique*.

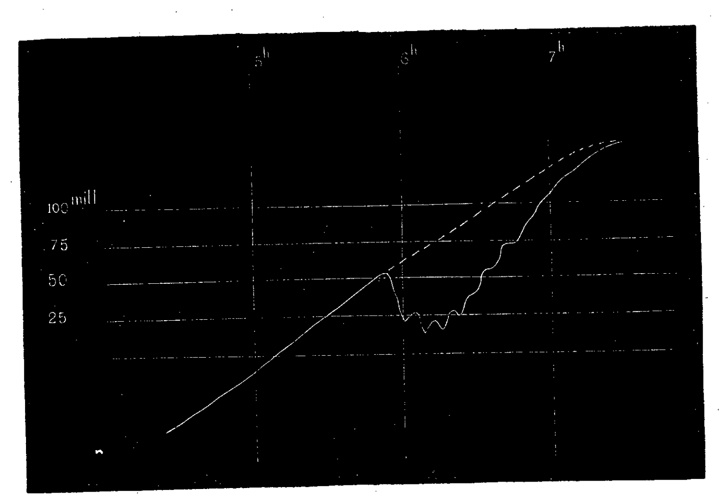
» Dans une autre Communication, j'indiquerai comment on peut généraliser et compléter la proposition précédente, que je connais depuis longtemps, et comment on y est naturellement conduit par des considérations géométriques. Pour le moment, je me bornerai à remarquer qu'elle permet de déduire de chaque équation linéaire du second ordre, dont on possède l'intégrale générale, une infinité d'autres équations de même forme, contenant autant de fonctions arbitraires qu'on le voudra, et dont l'intégrale générale s'obtiendra sans difficulté. En particulier, si l'on prend comme point de départ l'équation

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x\,\partial y} = 0,$$

on retrouvera tous les résultats que M. L. Lévy a bien voulu rappeler au commencement du travail déjà cité. »

PHYSIQUE GÉNÉRALE. — *Note sur le tremblement de terre du 23 février à Nice;* par M. **Bouquet de la Grye.**

« J'ai reçu de M. Bérard, ingénieur des Ponts et Chaussées à Nice, et par l'intermédiaire de M. Marx, inspecteur général, un relevé de la courbe du marégraphe de ce port, qu'il me paraît intéressant de placer sous les yeux de l'Académie.



» Cette courbe est instructive, en ce sens qu'elle dénote une surélévation rapide du sol, suivie d'un abaissement lent. Au bout de deux heures, le niveau de la mer paraît être revenu à son point de départ. Nous pouvons en déduire l'heure exacte du commencement du phénomène, la pendule du marégraphe étant bien réglée, d'après M. Bérard, sur le temps moyen de Nice.

» Voici, du reste, les instants des diverses phases du phénomène, ramenés au temps moyen de Paris :

	h m
Premier arrêt de la courbe	5,50
Commencement du rehaussement rapide du sol	5,55
Premier maximum	6
Second maximum	6, 8
Retour à l'état antérieur	7,10

» Le maximum de surélévation du sol a été de 55^{mm}, et doit avoir seulement mis en jeu l'élasticité du sol.

» Nous avons vu antérieurement que le phénomène ne paraissait pas s'être étendu jusqu'à Marseille, le marégraphe de ce port ne présentant aucune trace de surélévation.

» M. Bérard note que le 11 mars, à $2^h 32^m$, temps moyen de Paris, il y a eu un autre mouvement; car, sur la courbe très unie du marégraphe pour ce jour-là, on voit une encoche caractéristique. »

COSMOLOGIE. — *Météorite tombée le* 19 *mars* 1884, *à Djati-Pengilon* (*île de Java*). Note de M. **Daubrée**.

« Sur la proposition de M. Verbeek, ingénieur en chef des Mines et bien connu de l'Académie pour diverses recherches géologiques, notamment pour l'important Ouvrage qu'il a publié sur l'éruption du Krakatau du mois d'août 1883 (1), le Gouvernement des Indes orientales Néerlandaises vient d'adresser, au Muséum d'Histoire naturelle de Paris, un très intéressant et précieux échantillon. Une météorite du poids de 166^{kg} a été découpée en plusieurs morceaux destinés à être offerts aux principaux musées. C'est ainsi que le nôtre en reçoit 486^{gr}.

» Je me fais un devoir de témoigner au Gouvernement Néerlandais, ainsi qu'à M. Verbeek, l'expression de la gratitude du Muséum d'Histoire naturelle pour cet acte exceptionnel de libéralité, qui sera hautement apprécié par tous les amis des Sciences.

» Cette météorite est tombée le 19 mars 1884 à $4^h 30^m$ du matin, dans l'île de Java, à Djati-Pengilon, après avoir décrit une trajectoire dirigée de ouest-sud-ouest à est-nord-est.

» M. Verbeek a donné, dans un Mémoire que je présente à l'Académie avec la météorite, une description minéralogique de cette pierre qu'il a habilement étudiée au microscope ; il y a joint une analyse qui a été faite par M. l'ingénieur des Mines J.-W. Retgers. Deux figures en couleur, au $\frac{1}{6}$ de la grandeur, donnent une idée exacte de la météorite vue du côté d'avant et du côté d'arrière ; en outre, une Carte de l'île de Java représente la situation des quatre chutes qui y ont été constatées avec certitude.

» La roche cosmique dont il s'agit contraste, par sa forte ténacité, avec

---

(1) Un Rapport sur cet Ouvrage figure aux *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 1019, et t. CII, p. 1139.

les météorites les plus fréquentes; elle ne se brise, sous le choc du marteau, qu'en donnant naissance à des étincelles. Sa cassure elle-même présente des caractères exceptionnels : elle est remarquable avant tout par les myriades de petites facettes de clivage, dont le vif éclat rappelle celui du mica. Par l'aspect général elle peut être rapprochée de certaines roches feldspathiques à grains très fins, comme le leptynite. Les parties métallifères, qui, malgré leur abondance, se dissimulent dans les cassures, apparaissent sur les surfaces sciées ou polies.

» Quant à la croûte, l'échantillon envoyé, bien que comprenant une partie de la surface de la météorite, n'en présente plus que quelques parcelles : cette croûte, au lieu d'être fortement adhérente comme d'ordinaire, s'est évidemment détachée.

» La densité moyenne de la météorite, prise avec un grand soin, est de 3,747.

» D'après l'analyse de M. Retgers, elle renferme :

Fer nickelé	21,3
Sulfure de fer (troïlite)	5,1
Olivine	33,4
Bronzite	39,0
Chromite	0,1

» Le fer nickelé dont il s'agit est disséminé en granules et se compose de :

Fer	88,68
Nickel	10,78
Cobalt	0,54
	100,00

» La troïlite de

Fer	63,64
Soufre	36,36
	100,00

» Dans l'olivine l'analyse a trouvé :

		Oxygène.	
Silice	37,37	»	19,94
Protoxyde de fer	22,34	4,96	21,07
Magnésie	40,29	16,11	
	100,00		

» La bronzite a donné :

		Oxygène.	
Silice	56,61	»	30,19
Alumine	3,75	1,75	14,29
Protoxyde de fer	16,04	3,56	
Protoxyde de manganèse	traces	»	
Chaux	3,00	0,86	
Magnésie	19,52	7,81	
Soude	1,15	0,30	
Potasse	0,07	0,01	
Chromate	0,24		
	100,38		

» Une plaque mince soumise au microscope montre, conformément aux descriptions de M. Verbeek, dans une masse silicatée transparente, des grains opaques et tuberculeux, consistant, les uns en fer nickelé, les autres en troïlite. De quelques-uns d'entre eux partent des taches ocreuses, comme celles que détermine l'oxydation du chlorure de fer.

» Les deux silicates, péridot et bronzite, annoncés par l'analyse, se signalent par leur aspect caractéristique : l'olivine en grains irréguliers colore très vivement la lumière polarisée; la bronzite en grains plus petits est traversée par des faisceaux de clivages parallèles. Ainsi que l'a signalé aussi l'auteur, les uns et les autres contiennent des inclusions, tantôt incolores, tantôt opaques et souvent disposées en traînées. Des globules ou chondres, relativement peu nombreux et de petite dimension, d'une couleur noirâtre, se montrent sur les cassures; comme d'habitude, la bronzite prédomine dans leur substance.

» La météorite de Djati-Pengilon prend place dans le type très rare d'Ensisheim (7 novembre 1492); Erxleben, Prusse (15 avril 1812); Cabarras, Caroline du Nord (31 octobre 1849); Pilllitsfer, Livonie (8 août 1863); Motecka-Nugla, Inde (22 décembre 1868); Kernouve, Morbihan (23 mai 1869); Tjabé, Java (19 septembre 1869).

» Il est remarquable que cette chute de Tjabé et celle de Djati-Pengilon, si voisines, aient apporté des échantillons lithologiques identiques. Il convient de rappeler que, dans la même région de l'île de Java, a été observée aussi la chute de Ngawi, 3 octobre 1883, et que, très près du même point a été découvert, en 1784, le fer météorique de Prambanan. »

CHIMIE. — *Fluorescences du manganèse et du bismuth. Remarques ou conclusions.* Note de M. Lecoq de Boisbaudran.

« La plupart des remarques faites pendant l'étude du manganèse et du bismuth s'appliquent aussi à d'autres fluorescences.

» 1° *Une matière, très active sur un certain corps (pris comme dissolvant solide), peut n'avoir aucun effet sur un autre corps possédant d'étroites analogies avec le premier.* — Les sulfates de Mn et de Bi, l'un et l'autre très actifs sur les sulfates de Ca et Mg, ne le sont pas également sur les sulfates des voisins naturels de Mg et Ca. Le Mn, très actif dans les sulfates de Zn et Cd, produit peu ou point de fluorescence avec les sulfates de Sr et Ba. Le Bi, très actif pour les sulfates de Sr et Ba, ne fluoresce pas sensiblement avec les sulfates de Zn et Cd.

2° *Une matière peut se montrer active avec un composé métallique et ne pas l'être avec un autre composé du même métal, ou donner alors une fluorescence fort différente; enfin, on voit parfois des fluorescences assez semblables se former avec divers composés d'un même métal.* — Le Bi donne du rouge avec le sulfate de Mg, mais la magnésie bismuthifère ne fluoresce pas sensiblement. Le sulfate de Ca manganésifère produit du vert, tandis qu'avec la chaux on a du jaune orangé. Le sulfate de Mg et la magnésie manganésifères fluorescent en rouges très voisins, mais non identiques ([1]).

» 3° *On conçoit que les corps fortement colorés doivent difficilement être dissolvants efficaces, vu l'absorption des radiations excitatrices des matières actives.* — Je n'ai pas obtenu la fluorescence du Mn, ni celle du Bi, au sein des oxydes de Cd, Zn ou Pb.

» 4° *Une substance peut se comporter comme dissolvant vis-à-vis de certaines matières actives et comme matière plus ou moins active relativement à une autre substance.* — Le sulfate de Cd, dissolvant très efficace du sulfate de Mn, est matière modérément active pour le sulfate de Ca. La fluorescence Ca + Cd n'a jamais un éclat comparable à celui de Ca + Mn.

» 5° *Quand deux matières actives coexistent dans un dissolvant efficace pour l'une et pour l'autre, il peut arriver que les fluorescences individuelles s'affaiblissent sans que leurs spectres respectifs se modifient sensiblement.* — Avec

---

([1]) La fluorescence du sulfate est légèrement plus orangée et notablement plus persistante après cessation du courant induit.

du sulfate de Ca contenant $\frac{1}{100}$ sulfate de Mn et $\frac{1}{100}$ sulfate de Bi, la bande verte a moins d'éclat qu'en l'absence du Bi, mais sa position n'a pas changé d'une façon appréciable, non plus que celle de la bande rouge.

» 6° *Deux matières plus ou moins actives sur un dissolvant peuvent parfois se neutraliser et les deux fluorescences devenir nulles* ([1]). — Avec sulfates de Cd. 84,0, de Bi. 8,4 et de Ca. 7,6, il ne se produit ni bleu Ca + Cd, ni rouge Ca + Bi. Sans Bi, on aurait le bleu, et sans Cd, le rouge; car, dans les conditions expérimentales des présents essais, on obtient encore celui-ci (bien qu'assombri) avec les sulfates de Bi. 2 et de Ca. 1 ([2]).

» 7° *Une matière, active dans certaines conditions, mais inerte sur un dissolvant donné, affaiblit parfois l'effet d'une autre matière active fluoresçant avec ce dissolvant.* — Du sulfate de Cd contenant $\frac{1}{437}$ sulfate de Mn donne un beau jaune verdâtre. Si l'on ajoute $\frac{1}{64}$ sulfate de Bi, la fluorescence conserve son caractère, mais subit un affaiblissement.

» 8° *La fluorescence développée dans un dissolvant paraît s'affaiblir si l'on ajoute un second dissolvant qui n'a pas d'efficacité sur la matière active employée, mais en possède sur d'autres matières actives. Avec le* Mn, *pris comme matière active, cet affaiblissement s'est toutefois montré très léger.* — Un mélange de sulfates : de Ba.90; de Ca.10 et de Mn.1, donne un joli vert. Avec $\frac{1}{100}$ de sulfate de Ca dans le sulfate de Ba manganésifère, on distingue encore l'effet Ca + Mn.

» 9° *Une matière active produit généralement sa double fluorescence dans le mélange de deux dissolvants efficaces; mais, pour certaines proportions de ceux-ci, il peut arriver qu'une des fluorescences diminue plus rapidement que la quotité de son dissolvant efficace.* — Avec sulfates : de Mg.10; de Ca.90 et de Mn.1, on ne voit pas nettement la bande Mg + Mn ([3]). Les mélanges manganésifères des sulfates de Zn et Ca, ainsi que ceux des sulfates de Zn et Ca, donnent lieu à des observations analogues.

» 10° *Avec une matière active et équivalents égaux de deux dissolvants efficaces, les deux fluorescences peuvent avoir mêmes intensités; mais le con-*

([1]) M. Crookes a signalé de semblables extinctions chez les terres rares (*Comptes rendus*, p. 1495; 15 juin 1885).

([2]) Dans d'autres conditions (assez peu différentes) de préparation des substances et d'examen dans l'effluve, les limites d'assombrissement et d'extinction de Ca + Bi, par trop grande abondance de Bi, sont notablement abaissées.

([3]) Le vif éclairage Ca + Mn contribue sans doute à rendre la bande Mg + Mn indistincte en la masquant; je crois cependant qu'il y a diminution réelle de la fluorescence Mg + Mn.

traire s'observe aussi (¹). — Les intensités sont peu différentes pour équivalents égaux des sulfates de Cd et Zn, ou des sulfates de Ca et Mg, manganésifères. Avec les sulfates de Zn et Ca, l'effet Ca + Mn l'emporte visiblement sur l'effet Zn + Mn.

» 11° *Si deux matières sont très inégalement actives sur un dissolvant, il peut arriver qu'en conservant le rapport entre les matières actives, tout en augmentant graduellement la proportion de dissolvant, on ait successivement : 1° le seul effet de la matière peu active; 2° coexistence des deux effets avec prédominance croissante de l'effet dû à la matière très active. Le rapport de la matière très active à la matière peu active étant augmenté, la fluorescence de la matière très active pourra être seule à se produire, quelle que soit la masse du dissolvant.* — Avec les sulfates : de Cd.99; de Bi.1, et quantités croissantes de sulfate de Ca, on a : 1° le bleu Ca + Cd seul; 2° le bleu Ca + Cd et le rouge Ca + Bi, celui-ci prédominant de plus en plus et se renforçant jusqu'à une limite pour laquelle la proportion de Bi est déjà très faible. Avec sulfates : de Cd.100 et de Bi.10, on n'obtient l'effet Ca + Cd pour aucune addition de sulfate de Ca; la fluorescence est nulle, ou rouge (²).

» 12° *On décèle certaines fluorescences, masquées par d'autres, soit en chauffant le tube; soit en observant après cessation du flux électrique; soit en modifiant l'intensité de ce flux.* — Avec sulfates de Zn.98; de Ca.2 et Mn.1, l'effet Ca + Mn, presque inobservable à froid, se voit un peu mieux à chaud et très nettement (à froid) après arrêt du courant induit. Avec sulfates : de Ca.97; de Mn.1 et de Bi.1, l'effet Ca + Mn gagne sur l'effet Ca + Bi quand on affaiblit la pile. »

(¹) A cause de la séparation partielle des substances pendant l'évaporation sulfurique, on obtient souvent un mélange de grains diversement colorés, lesquels peuvent d'ailleurs se former avec des proportions autres que celles des équivalents.

(²) On obtient quelquefois un assez faible jaune verdâtre qui paraît être dû à des traces de Mn, ainsi qu'il a été antérieurement expliqué (*Comptes rendus*, p. 47; 4 juillet 1887).

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de feu M. *Carpenter*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 32,

M. Marion obtient. . . . . 32 suffrages.

M. **Marion**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Minéralogie, en remplacement de feu M. *Studer*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 31,

M. Scacchi obtient. . . . . 29 suffrages.
M. Rütimeyer obtient . . . . 1 »

Il y a un bulletin nul.

M. **Scacchi**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture de la Lettre suivante, adressée par M. Daubrée à M. le Président :

« Paris, le 25 juillet 1887.

» Monsieur le Président,

» J'ai l'honneur de vous informer, comme Président honoraire de la Commission chargée d'élever une statue à Saussure, dans la ville de Chamonix, que la cérémonie aura lieu le 28 août prochain.

» Nous serions heureux que l'Académie voulût bien se faire représenter à cet hommage rendu à l'illustre explorateur des Alpes.

» Veuillez agréer, Monsieur le Président, l'expression de mes sentiments très dévoués.

» A. Daubrée. »

M. G. **Cotteau**, nommé Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, adresse ses remercîments à l'Académie.

ASTRONOMIE. — *Observations solaires faites à Rome pendant le premier trimestre de l'année* 1887. Note de M. **Tacchini**.

« Rome, 19 juillet 1887.

» Comme suite à ma Note présentée à l'Académie le 18 avril, voici les résultats relatifs à la fréquence des différents phénomènes à la surface du Soleil, avec le calcul des latitudes héliographiques.

Latitudes.	Fréquence des protubérances.	Fréquence des facules.	Fréquence des taches.
90° + 80°	0,00	»	»
80 + 70	0,01	»	»
70 + 60	0,01	»	»
60 + 50	0,07	»	»
50 + 40	0,14	0,02	»
40 + 30	0,08	0,08	»
30 + 20	0,11	0,15	»
20 + 10	0,10	0,17	0,26
10 0	0,06	0,21	0,11
0 — 10	0,05	0,23	0,47
10 — 20	0,05	0,08	0,16
20 — 30	0,10	0,02	»
30 — 40	0,09	0,02	»
40 — 50	0,10	0,00	»
50 — 60	0,02	0,02	»
60 — 70	0,00	»	»
70 — 80	0,01	»	»
80 — 90	0,00	»	»

» Les protubérances ont donc été assez fréquentes entre (+ 10° + 60°) et (— 10° — 50), tandis que, de l'équateur à ± 10°, le nombre de protubérances est relativement faible.

» Les facules, comme les protubérances, sont plus fréquentes dans l'hémisphère boréal du Soleil; elles s'arrêtent à + 50° et — 60°, tandis que les protubérances arrivent à ± 80°. Le maximum de la fréquence des facules correspond à la zone équatoriale ± 10°.

» Les taches solaires sont confinées dans la zone ± 20. »

ASTRONOMIE. — *Observations solaires faites à Rome pendant le deuxième trimestre de l'année* 1887. Note de M. P. TACCHINI.

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie le résumé des observations faites à Rome pendant le deuxième trimestre de 1887. Pour les taches et les facules, le nombre des jours d'observation a été de 80, savoir : 25 en avril, 28 en mai et 27 en juin.

	Fréquence		Grandeur relative		
1887.	relative des taches.	de jours sans taches.	des taches.	des facules.	Nombre des taches par jour.
Avril.......	1,12	0,48	7,76	6,80	0,68
Mai........	4,18	0,25	22,04	9,29	1,11
Juin.......	4,15	0,04	29,74	20,37	1,37

» Après le minimum secondaire du mois de mars, qui s'est prolongé jusqu'au 18 avril, avec une longue période sans taches du 4 au 18, les phénomènes solaires ont augmenté sensiblement, comme l'indiquent bien toutes les données relatives au trimestre. Pendant cette période, on a observé en juin une tache assez belle, appartenant au groupe qui s'était formé vers le centre du disque entre le 14 et le 15 mai, groupe qui était composé de trois taches et sept trous, et disposé parallèlement à l'équateur solaire, sur une étendue de 3′22″. Le groupe arriva le matin du 23 mai à la latitude de $-8°,5$. Les taches étaient de nouveau visibles à l'est, le 5 juin; l'une d'elles était assez large, presque circulaire, et son diamètre maximum était de 54″,4 les 11 et 12 juin. Le groupe était au bord ouest le matin du 18 juin, à la même latitude de $-8°,5$; le matin du 3 juillet, nous l'avons encore une fois observé à l'est, mais assez réduit, c'est-à-dire composé de trois petites taches seulement; le 14 juillet, il était près de disparaître au bord occidental. Dans la grande tache, on a observé des phénomènes d'éruption assez singuliers.

» Voici les résultats des observations sur les protubérances :

		Protubérances		
1887.	Nombre des jours d'observations.	Nombres moyens.	Hauteur moyenne.	Extension moyenne.
Avril..........	17	7,5	45″,4	1,4
Mai...........	16	7,6	45,7	1,6
Juin...........	17	9,4	44,6	1,3

» Le nombre des protubérances a été plus grand que dans le trimestre précédent. La plus grande hauteur d'une protubérance a été observée le 3 juin : elle était de 130″.

» Comme nous l'avons déjà dit, nous avons observé de beaux phénomènes d'éruptions métalliques ; on peut donc affirmer que l'augmentation dans les phénomènes solaires a été générale, ce qui laisse à espérer pour la prochaine éclipse [1]. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Expériences nouvelles sur l'écoulement en déversoir.* Note de M. **H. Bazin**, présentée par M. Boussinesq.

« La théorie des déversoirs est la partie la moins avancée de l'Hydraulique ; la question est en effet des plus complexes, le débit d'un déversoir variant avec de nombreux éléments (hauteur du barrage, contraction latérale, forme de l'arête, etc.). Les expériences que l'on possède ont presque toutes été exécutées en petit et les diverses influences dont on doit tenir compte y sont mélangées, de telle sorte qu'il est impossible de les analyser. Aussi, dans la pratique, est-il fort difficile de faire un choix raisonné entre les nombreuses valeurs qui ont été assignées aux coefficients.

» De nouvelles expériences paraissaient donc nécessaires ; il fallait surtout les coordonner en séries comparables, de manière à isoler successivement chacun des éléments qui influent sur le phénomène. Nous avons, avec le bienveillant appui de M. le Ministre des Travaux publics, entrepris ce long travail, et le but de la présente Note est de faire connaître quelques-uns des premiers résultats obtenus.

» Le procédé d'expérimentation dont nous avons fait usage est fort simple : si l'on établit sur un même canal de largeur constante plusieurs déversoirs dans des conditions diverses, la charge, pour un même débit, variera d'un déversoir à l'autre ; la simple comparaison de ces charges fera connaître immédiatement le rapport des coefficients applicables à chacun d'eux et, par suite, la valeur absolue de ces coefficients, si l'un des déversoirs, pris pour type, a été préalablement taré.

» Ce déversoir type a été installé de manière à réaliser les conditions les plus simples [écoulement en mince paroi, suppression de la contrac-

---

[1] *P. S.* — A la fin de ma Note insérée dans les *Comptes rendus* du 18 avril (t. CIV, p. 1082), on doit lire 94″ au lieu de 24″.

tion latérale, hauteur considérable ($1^m,13$), de manière à réduire autant que possible l'influence de la vitesse d'arrivée]. Il a été taré avec le plus grand soin en remplissant une capacité connue, et l'on a ainsi déterminé expérimentalement le coefficient m de la formule

$$(1) \qquad Q = mlh\sqrt{2gh},$$

pour toutes les charges h comprises entre $0^m,06$ et $0^m,41$; la largeur l du déversoir était de 2^m. Ce coefficient augmente sensiblement pour les petites charges inférieures à $0^m,10$; il augmente également lorsque la charge est considérable, par suite de la vitesse d'arrivée, en sorte qu'il passe par un minimum; on a obtenu :

Pour $h = 0^m,05$	$0^m,07$	$0^m,10$	$0^m,15$	$0^m,20$	$0^m,25$	$0^m,30$	$0^m,40$
$m = 0,449$......	0,440	0,434	0,428	0,426	0,426	0,427	0,429

» En abaissant un peu le barrage, on a pu prolonger cette série, jusqu'à la charge $h = 0^m,54$, qui a donné $m = 0,433$. Ce coefficient a donc varié dans des limites assez étroites ; mais il ne faut pas oublier que les valeurs ci-dessus sont relatives au cas d'un barrage de $1^m,13$ de hauteur et varient beaucoup plus pour une hauteur moindre.

» On admet généralement que, pour tenir compte de la vitesse d'arrivée, il faut, dans la formule (1), augmenter h d'une certaine quantité un peu plus grande que la hauteur due à cette vitesse u; on remplace ainsi h par $h + \alpha\frac{u^2}{2g}$, et la formule devient

$$(2) \qquad Q = ml\left(h + \alpha\frac{u^2}{2g}\right)\sqrt{2g\left(h + \alpha\frac{u^2}{2g}\right)} = mlh\sqrt{2gh}\left(1 + \alpha\frac{u^2}{2gh}\right)^{\frac{3}{2}}.$$

α est un coefficient assez peu déterminé que l'on suppose ordinairement égal à 1,5. Cette formule n'est pas commode dans la pratique, puisqu'elle suppose connue la vitesse u, laquelle dépend elle-même du débit cherché. Mais $\frac{u^2}{2gh}$ étant ordinairement une assez petite fraction, on peut prendre, pour la calculer, la valeur de u que donnerait la formule (1), et $\frac{u^2}{2gh}$ se réduit à $\frac{m^2h^2}{(h+p)^2}$, p étant la hauteur du barrage au-dessus du fond; l'expression (2) devient

$$Q = mlh\sqrt{2gh}\left[1 + \frac{\alpha m^2h^2}{(h+p)^2}\right]^{\frac{3}{2}},$$

ou, à fort peu près, en désignant, pour abréger, par k la quantité $\frac{3}{2}\alpha m^2$,

$$(3) \qquad Q = mlh\sqrt{2gh}\left[1 + \frac{kh^2}{(h+p)^2}\right],$$

formule déjà proposée par quelques auteurs.

» L'expérience seule pouvait décider à laquelle de ces deux formules on doit donner la préférence. Nous avons, dans ce but, opéré sur quatre déversoirs ayant respectivement $0^m,75$, $0^m,50$, $0^m,35$ et $0^m,24$ de hauteur, et leur comparaison avec le déversoir type précédemment taré nous a donné quatre nouvelles séries de coefficients. Ces coefficients vont, pour une même charge, en croissant progressivement à mesure que la hauteur du barrage diminue, et cet écart, très faible pour les petits débits, augmente rapidement avec la charge. Ainsi, en passant du déversoir de $1^m,13$ à celui de $0^m,24$, la valeur de m n'augmente que de quelques millièmes pour la charge de $0^m,05$, tandis qu'elle s'élève de 0,43 à 0,50 pour la charge de $0^m,40$.

» Ayant ainsi obtenu cinq séries de coefficients, il s'agissait de les relier par l'une ou l'autre des deux formules ci-dessus. Si l'on considère d'abord la formule (2), peut-on, en déterminant convenablement le coefficient α, faire dériver toutes les séries d'une seule et même expression? On reconnaît promptement qu'il est impossible de réaliser cette condition avec une seule valeur de α; car, en comparant successivement la série des coefficients du déversoir de $1^m,13$ aux quatre autres, on obtient

$$\alpha = 2,3, \quad 1,7, \quad 1,5, \quad 1,3,$$

valeurs décroissant avec la hauteur du barrage.

» Si l'on effectue le même travail de comparaison sur la formule (3), les valeurs de k sont beaucoup moins variables et l'on satisfait assez bien à l'ensemble des observations en faisant $k = 0,55$, c'est-à-dire que les cinq séries de coefficients peuvent être dérivées de l'expression unique

$$m = M\left[1 + 0,55\frac{h^2}{(h+p)^2}\right].$$

» Le coefficient M correspond au cas théorique d'un déversoir assez élevé pour que l'influence de la vitesse d'arrivée ne soit plus appréciable : il décroît avec la charge; on a, en effet :

Pour h =	$0^m,05$	$0^m,10$	$0^m,20$	$0^m,30$	$0^m,40$	$0^m,50$	$0^m,60$
» M =	0,448	0,432	0,421	0,417	0,413	0,410	0,407

» Si l'on excepte le cas des petites charges, qu'il vaut toujours mieux éviter dans la pratique, la décroissance du coefficient M est assez lente pour que l'on puisse, dans les applications ordinaires, admettre une valeur constante, 0,42 par exemple. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la détermination du coefficient d'élasticité de l'acier.* Note de M. E. **Mercadier**, présentée par M. Sarrau.

« Dans la dernière Communication que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie, j'ai montré comment on pouvait évaluer le rapport $\frac{\lambda}{\mu}$ des constantes d'élasticité, et juger du degré d'isotropie d'un corps élastique, en déterminant simplement l'intervalle musical entre le son fondamental et le premier harmonique d'un disque découpé dans le corps.

» Je rappelle qu'à la valeur 1,613 de cet intervalle correspond la valeur $\lambda = \mu$, et qu'à la valeur 1,728 de cet intervalle correspond la valeur $\lambda = 2\mu$.

» Dans le verre c'est la première valeur qui existe à très peu près.

» Voici maintenant des expériences relatives à l'acier fondu.

» Pour ce métal les expériences de MM. Kirchhoff, Okatow, Schneebeli, faites en produisant des déformations statiques ou des vibrations longitudinales sur des verges d'acier trempé et recuit, s'accordent à montrer que le rapport $\frac{\lambda}{\mu}$ y est compris entre 1 et 2, en s'approchant d'autant plus de 2 que le métal est plus recuit.

» Je me suis servi, pour l'application de ma méthode, de disques découpés dans une lame d'acier fondu de 11^{mm} d'épaisseur et qui n'avait été soumise à aucun recuit spécial : les disques avaient été rabotés ensuite de façon à être réduits aux épaisseurs de 3^{mm}, $3^{mm},5$ et 4^{mm} environ : ils avaient 100^{mm} de diamètre.

» En produisant successivement le son fondamental et le premier harmonique de ces disques, une oreille un peu exercée entend, sans aucun doute, entre les deux sons, un intervalle un peu supérieur à une sixte majeure (*ut, la* = 1,69).

» Mais les sons purs et prolongés de l'acier permettent des évaluations numériques précises. Je les ai comparés à ceux d'une série de diapasons en acier bien étalonnés par M. Kœnig, allant de l'ut_6 à l'ut_7, en déterminant

avec ceux-ci des battements et des sons résultants, de façon à obtenir par des procédés différents, dans chaque expérience, deux résultats dont on peut prendre la moyenne. J'ai obtenu ainsi les nombres suivants :

Epaisseurs.	Intervalle entre le son fondamental et le premier harmonique			
	déterminé expérimentalement.		calculé pour	
mm			$\lambda = \mu$.	$\lambda = 2\mu$.
3,05	1,71	Moyenne 1,74	1,613	1,728
3,493	1,76			
3,97	1,74			

» Ainsi, pour l'acier expérimenté, λ est sensiblement égal à 2μ.

» Je ne veux pas insister sur ce résultat qui pourrait être différent pour d'autres aciers, mais seulement sur la simplicité de la méthode et la précision des mesures qui permettent de l'obtenir. Je me propose de l'appliquer à des aciers aussi bien définis que possible au point de vue physique et chimique : je reviendrai donc plus tard sur ce sujet.

» Mais, auparavant, je présenterai quelques observations sur la détermination du coefficient d'élasticité qui entre dans la formule qui donne le nombre des vibrations des disques, et que j'écris de nouveau, en mettant sous sa forme explicite le facteur du radical représenté précédemment par $f(\theta, d, c)$,

$$(1) \qquad n = x_{d,c}^2 \frac{4}{\pi} \sqrt{\frac{q}{3\delta} \frac{(1+2\theta)^2}{(1+\theta)(1+3\theta)}} \frac{e}{l^2}.$$

$x_{d,c}$ est l'expression générale des racines réelles et positives $x_{d,0}$, $x_{d,1}$, ..., $x_{d,c}$, ... rangées par ordre de grandeur d'une équation qu'il est inutile de reproduire ici : elle correspond au son du disque caractérisé par c nodales circulaires et d nodales diamétrales; pour le son fondamental, c'est donc $x_{2,0}$, car il n'a que deux nodales diamétrales. Les coefficients de cette équation, et par suite x, dépendent de θ ou $\frac{\lambda}{2\mu}$, et, d'après M. Kirchhoff, pour $\theta = \frac{1}{2}$, $x_{2,0}^2 = 1,378$; pour $\theta = 1$, $x_{2,0}^2 = 1,313$.

» D'autre part, $\sqrt{\frac{(1+2\theta)^2}{(1+\theta)(1+3\theta)}}$ est égal à $\frac{3}{\sqrt{8}}$ pour $\theta = 1$, et à $\frac{4}{\sqrt{15}}$ pour $\theta = \frac{1}{2}$.

» Si donc nous représentons par q_1 et $q_{\frac{1}{2}}$ les coefficients d'élasticité correspondant à $\theta = 1$ et $\theta = \frac{1}{2}$, on peut calculer très simplement le rapport de ces deux coefficients pour un même disque.

» En effectuant le calcul, on trouve

$$\frac{q_1}{q_{\frac{1}{2}}} = 1,044. \tag{2}$$

» Il suit de là qu'il n'est pas indifférent, pour la détermination du coefficient d'élasticité, de prendre $\theta = \frac{1}{2}$ ou $\theta = 1$, puisqu'il peut en résulter une erreur d'environ $4\frac{1}{2}$ pour 100 et, par suite, qu'il est indispensable, avant de déterminer q, de déterminer θ comme nous l'avons indiqué ci-dessus ou de toute autre façon.

» En prenant $\theta = 1$, ainsi qu'on l'a trouvé expérimentalement pour l'acier en expérience, la valeur de q se présente sous la forme suivante

$$q = \left(\frac{nl^2}{e}\right)^2 \frac{\pi^2 d}{6g \times (1,313)^2}, \tag{2}$$

où q représente un poids en kilogrammes par millimètre carré, d le poids en kilogrammes de 1^{mmc} et g l'accélération due à la pesanteur exprimée en millimètres.

» J'ai pris sept disques dans la même barre d'acier dont il a été question ci-dessus : leur épaisseur a été mesurée à $0^{mm},01$ près; leur diamètre l, qui était de 100^{mm}, à $0^{mm},1$ près; la densité a été déduite des dimensions et du poids d'une part, déterminée expérimentalement d'autre part sur deux des disques, et trouvée égale à 7,82.

» Quant aux nombres de vibrations, n, ils ont été déterminés, ainsi qu'on l'a dit, par comparaison avec une série de diapasons étalonnés, à l'aide de battements et de sons résultants.

» Voici les sept valeurs de $\left(\frac{nl^2}{e}\right)^2$ ainsi obtenues :

Nos.	n.	e.	$\frac{nl^2}{e}$.
		mm	
1	1598	3,05	5239344
2	2051	3,97	5166247
3	2628	5,01	5245509
4	3132	6,02	5202658
5	4131	7,985	5173450
6	4689	9,046	5183506
7	5228	10,00	5228000
	Moyenne		5205530

» En prenant les écarts entre les valeurs de $\frac{nl^2}{e}$ et leur moyenne, qui

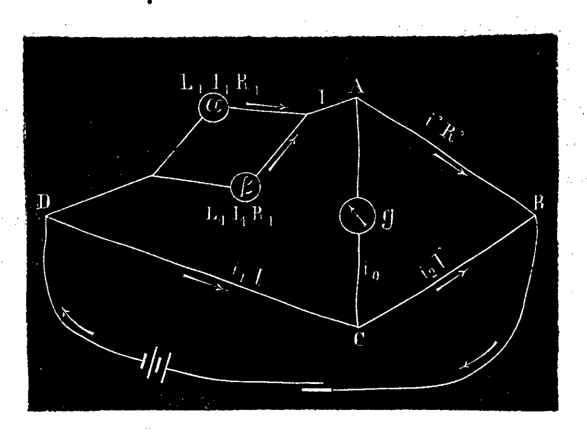
sont tantôt positifs, tantôt négatifs, on trouve une erreur relative moyenne de 0,005.

» En portant cette valeur moyenne dans la formule (2), on trouve finalement pour l'acier considéré, en prenant $d = 0,00000782$,

$$q = 20608. »$$

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le coefficient de self-induction de deux bobines réunies en quantité.* Note de MM. **P. Ledeboer** et **G. Maneuvrier**, présentée par M. Lippmann [1].

« Dans certains instruments de mesure pour les courants alternatifs, l'organe essentiel est un système de deux bobines réunies en quantité. C'est ce qui a lieu, par exemple, dans les wattmètres pour courants alternatifs et dans certains électrodynamomètres industriels de construction récente. Il y a quelque intérêt à savoir si, dans ce cas, il est permis de rem-



placer cet ensemble de bobine ayant respectivement des résistances R_1 et R_2 et des coefficients de self-induction L_1 et L_2, par une bobine unique ayant un coefficient de self-induction et une résistance déterminés, R et L.

» Supposons donc ce système de bobines placé dans un circuit, de résistance propre r, parcouru par un courant d'intensité totale I, qui provient d'une force électromotrice *variable* E. En cherchant la relation qui existe

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de Recherches physiques de la Sorbonne.

entre I, E et les constantes des bobines, on trouve l'équation différentielle

$$(1)\quad \begin{cases} L_1 L_2 \dfrac{d^2 I}{dt^2} + [R_1 L_2 + R_2 L_1 + r(L_1 + L_2)] \dfrac{dI}{dt} + [R_1 R_2 + r(R_1 + R_2)] I \\ \quad = (R_1 + R_2) E + (L_1 + L_2) \dfrac{dE}{dt}. \end{cases}$$

» D'autre part, si l'on remplaçait les deux bobines par une bobine unique (de constantes L et R) dans le même circuit, on aurait l'équation bien connue

$$(2)\qquad L \frac{dI}{dt} + (R + r) I = E,$$

d'où l'on déduit par dérivation la fonction $\frac{dE}{dt}$.

» En substituant ces valeurs de E et de $\frac{dE}{dt}$ dans l'équation (1), et en identifiant, c'est-à-dire en égalant à zéro les coefficients de $\frac{d^2 I}{dt^2}$, de $\frac{dI}{dt}$ et de I, on obtient les trois équations de conditions suivantes :

$$(3)\quad \begin{cases} L_1 L_2 - L(L_1 + L_2) = 0, \\ R_1 L_2 + R_2 L_1 - (R_1 + R_2) L - (L_1 + L_2) R = 0, \\ R_1 R_2 - R(R_1 + R_2) = 0. \end{cases}$$

» On voit donc que, pour déterminer les deux quantités L et R, on a trois relations (dont la dernière est la formule de la résistance réduite). Cela prouve que, en général, le problème n'est pas possible et qu'on ne peut pas remplacer les deux bobines par une bobine unique. La condition de possibilité du problème, c'est que ces trois équations soient compatibles. En tirant L et R de la première et de la troisième relation et en portant ces valeurs dans la deuxième, on trouve l'équation

$$(4)\qquad \frac{L_1}{R_1} = \frac{L_2}{R_2},$$

qui est la condition de possibilité.

» Lorsque cette équation est satisfaite, le problème est possible et l'on peut remplacer les deux bobines par une bobine unique, ayant pour constantes

$$(5)\qquad L = \frac{L_1 L_2}{L_2 + L_2}, \qquad R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2},$$

et toutes les fois que cette condition n'est pas satisfaite, le problème n'a pas de solution.

» Cependant on rencontre, dans les mesures électriques, un cas particulier où *il paraît exister* une solution particulière du problème, indépendante de la condition (4) : c'est lorsqu'on cherche à déterminer le coefficient de self-induction du système des deux bobines par la méthode de l'extra-courant, à l'aide du dispositif du pont de Wheatstone. L'équation de la méthode est alors

$$(6)\qquad L_1 L_2 \frac{d^2 I}{dt^2} + \frac{R_2^2 L_1 + R_1^2 L_2}{R_1 + R_2}\frac{dI}{dt} - (L_1 + L_2)\rho\frac{di_0}{dt} - (R_1 + R_2)\rho i_0 = 0.$$

Dans cette équation, i_0 est l'intensité du courant qui traverse le galvanomètre de résistance g et ρ est une résistance, déterminée par la relation

$$\rho = (R' + l')\frac{l}{l'} + g\left(1 + \frac{l}{l'}\right).$$

» Lorsqu'on opère, par exemple, par établissement de courant, les conditions initiales sont

A l'époque	$t = 0$..........	$I = 0$	$i_0 = 0$
»	$t = T$..........	$I = I$	$i_0 = 0$

» Or, intégrons l'équation (6) terme par terme, entre les limites 0 et T, T étant la période d'établissement du courant. On aura, pour le premier terme,

$$\int_0^T \frac{d^2 I}{dt^2}\,dt = \left(\frac{dI}{dt}\right)_0^T.$$

Cette intégrale $\frac{dI}{dt}$ représente ce qu'on peut appeler la *vitesse de variation* du courant. Or, *si l'on suppose* que cette vitesse reprenne la même valeur au commencement et à la fin de la période T [1], ce terme disparaîtra dans l'intégration. Comme d'ailleurs le troisième terme disparaît aussi, l'équation (6) se réduira, après l'intégration faite, à

$$\frac{R_2^2 L_1 + R_1^2 L_2}{(R_1 + R_2)^2} I = \rho q,$$

q étant la quantité d'électricité qui passe à travers le galvanomètre. Lors-

(1) L'expérience montre que l'extra-courant de rupture donne au galvanomètre la même impulsion que l'extra-courant d'établissement.

qu'au lieu des deux bobines (L_1, R_1) et (L_2, R_2) on prend une bobine unique (L, R), on trouve la relation

$$LI = \rho q,$$

et il résulte de ces deux relations que l'on pourrait alors remplacer les deux bobines par une bobine unique ayant pour coefficient de self-induction la valeur

$$L = \frac{R_2^2 L_1 + R_1^2 L_2}{(R_1 + R_2)^2}. \tag{7}$$

Restait à voir jusqu'à quel point l'expérience justifiait l'hypothèse précédente. C'est ce que nous avons fait en mettant dans la branche AD du pont (*fig.* 1) les deux bobines réunies en quantité, et en déterminant le coefficient de self-induction, comme s'il s'agissait d'une bobine unique, puis en comparant les nombres ainsi obtenus avec les valeurs calculées à l'aide de la formule (7).

» Voici les résultats de cette vérification :

		L	
10^9 cm.	Ohms.	calculé d'après la formule (7).	observé.
$L_1 = 0,000051$ $L_2 = 0,000150$	$R_1 = 0,094$ $R_2 = 1,00$	0,0000428	0,0000439
$L_1 = 0,00102$ $L_2 = 0,00102$	$R_1 = 0,222$ $R_2 = 0,444$	0,00056	0,00054
$L_1 = 0,00102$ $L_2 = 0$	$R_1 = 0,222$ $R_2 = 0,222$	0,000236	0,000227
$L_1 = 0,00102$ $L_2 = 0$	$R_1 = 0,222$ $R_2 = 0,444$	0,000453	0,000449
$L_1 = 0,0359$ $L_2 = 0,0360$	$R_1 = 4,78$ $R_2 = 2,37$	0,020	0,019
$L_1 = 0,0359$ $L_2 = 0$	$R_1 = 2,39$ $R_2 = 2,39$	0,0090	0,0088

» Ce Tableau montre que les écarts ne dépassent pas de beaucoup les erreurs des expériences. Il semble donc que l'on obtienne une solution approchée du problème en prenant les deux dernières équations des relations (3), du moins pour les cas de l'établissement, et nous indiquerons dans une prochaine Communication ce qui arrive lorsque, au lieu de se placer dans des conditions particulières, on se met dans le cas général d'une force électromotrice variable produisant des courants alternatifs. »

ACOUSTIQUE. — *Étude du timbre des sons, par la méthode des flammes manométriques*. Note de M. **E. Doumer**, présentée par M. Lippmann.

« On connaît les théories actuellement existantes relatives au timbre des sons. D'après Helmholtz, le timbre serait dû exclusivement à l'existence de sons secondaires (*harmoniques*), accompagnant le son fondamental; d'après Kœnig, il pourrait encore provenir de *différences de phase* existant entre le son fondamental et ses harmoniques. La méthode qui fait l'objet de cette Communication, sans se prononcer entre ces deux théories, permet de reconnaître si le son fondamental est accompagné du son harmonique et en détermine l'ordre; elle permet aussi de constater et de mesurer avec une certaine rigueur la différence de phase qui peut exister entre eux. Cette méthode consiste dans la photographie d'une flamme manométrique actionnée par le son que l'on veut analyser. La photographie se fait à l'aide de l'appareil précédemment décrit (*Comptes rendus*, 2 août 1886).

» *Recherche des harmoniques*. — Lorsque le son photographié est pendulaire, l'image laissée sur la plaque sensible est formée par une série de dents toutes semblables et égales entre elles.

» Si le son est composé, la membrane de la capsule manométrique, en vertu d'un théorème bien connu, le décompose en sons pendulaires. L'image est alors formée par une série de groupes semblables de dents qui peuvent être inégales entre elles. Chaque groupe correspond à une vibration double du son fondamental, les dents qui constituent le groupe correspondent aux harmoniques.

» De la composition de ce groupe, il est presque toujours possible de déduire l'ordre du ou des harmoniques. Si les dents sont équidistantes et si elles présentent une certaine similitude, le son fondamental n'est probablement accompagné que d'un seul harmonique; le nombre des dents contenues dans le groupe indique l'ordre de ce dernier. Si le son fondamental est accompagné de deux ou de plus de deux harmoniques, le groupe peut être très compliqué. Il est alors constitué par plusieurs sortes de vibrations. Les vibrations qui appartiennent à un même harmonique ont ce caractère particulier d'être équidistantes entre elles; un examen attentif permet presque toujours de les retrouver.

» Il ne faudrait pas croire cependant que l'étude des groupes de vibra-

tions ainsi décomposées par la flamme et fixées par la photographie soit toujours facile à faire. Il est des cas, assez rares il est vrai, où la complexité est telle que l'analyse échappe à la sagacité du physicien. Mais même dans ce cas exceptionnel, cette méthode facilite singulièrement l'étude du timbre des sons en guidant l'expérimentateur dans l'emploi des résonateurs.

» *Recherche et mesure de la différence de phase.* — Kœnig admet que deux sons de même hauteur et de même intensité accompagnés des mêmes harmoniques peuvent ne pas avoir le même timbre. Le timbre serait dû dans ce cas à une différence de phase existant entre le son fondamental et ses harmoniques.

» La méthode des flammes manométriques, en même temps qu'elle indique l'ordre des sons harmoniques qui accompagnent le son fondamental, indique aussi s'il y a entre eux une différence de phase et permet de la mesurer.

» Si deux sons présentant entre eux un rapport harmonique et ne possédant aucune différence de phase actionnent en même temps la même flamme manométrique, on constatera sur la photographie de la flamme que la première vibration du son harmonique coïncide avec la vibration fondamentale et les intervalles entre toutes les dents d'un même groupe seront égaux. Mais, s'il existe une différence de phase, cette coïncidence n'a plus lieu et le premier intervalle est différent des autres. On peut avec une certaine habitude relever soit au compas, soit à la machine à diviser la valeur de ce premier intervalle qui, rapportée à la distance qui sépare deux vibrations fondamentales permet de connaître en fraction de longueur d'onde du son le plus grave la différence de marche de deux sons composants.

» J'ai vérifié avec soin la valeur de cette méthode; pour cela je produisais artificiellement entre deux sons faisant entre eux un rapport harmonique, et agissant sur la même capsule manométrique, une différence de phase connue, puis, par les photographies prises avant et après l'introduction de la différence de phase, je calculais cette même différence de phase. Le tableau suivant donne un certain nombre de résultats : on voit que les désaccords entre la théorie et l'expérience sont négligeables, car ils ne dépassent pas 0,05 :

Sons employés.	Allongement des tuyaux.	Différence de phase théorique.	Différence de phase calculée.	Différence.
1.	2.	3.	4.	5.
$Sol_2 - sol_3$	300	0,33	0,28	— 0,05
$Sol_2 - sol_3$	0	0	0,04	+ 0,04
$Fa_2 - fa_3$	330	0,32	0,30	— 0,02
$Fa_2 - fa_3$	240	0,23	0,18	— 0,05
$Mi_2 - mi_3$	270	0,54	0,52	— 0,02
$Mi_2 - mi_3$	610	0,19	0,20	+ 0,01

» De ce qui vient d'être dit, je me crois autorisé à conclure :

» 1° Que la photographie des flammes manométriques permet de reconnaître si un son fondamental est accompagné d'harmoniques et de déterminer le rang de ces derniers;

» 2° Que ce même procédé convient également pour reconnaître la différence de phase entre deux sons et d'en déterminer la valeur.

» Voilà donc une méthode de recherche qui permet de résoudre à la fois les trois problèmes les plus importants de l'acoustique expérimentale : 1° la *mesure de la hauteur* d'un son (1); 2° la détermination des *harmoniques;* 3° la *mesure des différences de phase*. Cette méthode est très simple et, en outre, très générale. Des modifications récentes apportées à mon appareil, l'emploi de plaques d'une sensibilité extrême permettent de l'appliquer pour les sons musicaux les plus élevés comme pour les plus bas, c'est assez dire qu'il trouve un champ nouveau aux recherches de physique biologique et de musique scientifique. J'espère avoir, sous peu, l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie des Sciences des résultats que son emploi m'a permis d'obtenir. »

PHYSIQUE. — *Mesure de la conductibilité calorifique du mercure, en valeur absolue* (2). Note de M. **Alphonse Berget**, présentée par M. G. Lippmann.

« Pour mesurer la conductibilité calorifique des métaux, la méthode du *mur* est la plus directe et la plus simple en théorie; mais, depuis Péclet, elle

---

(1) *Comptes rendus*, 2 août 1886.

(2) Ce travail a été exécuté au laboratoire de Recherches physiques à la Sorbonne.

paraît avoir été abandonnée, en raison de la cause d'erreur énorme apportée par la résistance au passage. Sur les conseils de M. Lippmann, j'ai repris cette méthode en la modifiant. D'abord je mesure la différence des températures qui ont lieu en deux points de l'*intérieur* de la masse métallique, ce qui met hors de cause la résistance au passage, laquelle a son siège à la surface; ensuite j'élimine l'erreur due à la déperdition latérale, au moyen d'un dispositif quelque peu analogue à l'anneau de garde employé en électricité par W. Thomson. La détermination est ainsi ramenée à des conditions de simplicité en quelque sorte théoriques.

» Considérons deux cylindres droits, concentriques, contenant tous deux du mercure; supposons qu'ils aient leurs deux bases supérieure et inférieure dans les mêmes plans horizontaux, le plan supérieur étant à 100°, le plan inférieur à 0°. Dans ces conditions, la partie cylindrique centrale constitue une colonne conductrice qui n'est séparée de la partie annulaire que par une épaisseur de verre extrêmement mince. Cette partie annulaire étant considérable et entourée elle-même de substances mauvaises conductrices, on pourra dès lors envisager la partie centrale comme faisant partie d'un mur indéfini dont les deux faces seraient à 100° et à 0°, et ne subissant aucune déperdition latérale : la masse annulaire joue donc le rôle d'*anneau de garde* et annule l'influence des bords du cylindre central dans la répartition des températures tout le long de ce cylindre. Dans ces conditions, cette distribution doit être linéaire. C'est cette première conséquence que j'ai tout d'abord cherché à vérifier.

» A cet effet, j'ai constitué une colonne cylindrique de mercure, de $0^m,20$ de hauteur, renfermée dans un tube de verre de $13^{mm},2$ de diamètre; concentriquement à ce premier tube s'en trouve un second, rempli également d'une masse mercurielle de $0^m,20$ de hauteur, dont le diamètre était de $0^m,06$ intérieurement.

» Ces deux tubes étaient fixés sur une plaque de fer, en contact permanent avec de la glace fondante, ce qui assurait à leur base inférieure une température constante égale à 0°. A leur partie supérieure circulait un courant de vapeur d'eau; nous avions donc deux températures constantes pour les deux faces. Le manchon extérieur était lui-même entouré de plusieurs couches de ouate. Pour vérifier que, dans le tube central, les isothermes étaient bien des plans, j'ai pris deux fils de fer de $0^{mm},5$ de diamètre, soigneusement recouverts d'une mince couche de gutta, et présentant à leurs extrémités uue pointe de fer *nu*. Ces deux fils, placés dans un même plan, l'un au centre, l'autre à la circonférence du tube central,

constituaient avec le mercure un couple thermo-électrique dont le courant était lancé à travers un galvanomètre Thomson à faible résistance : la sensibilité thermométrique était un peu plus de $\frac{1}{100}$ de degré centigrade. Une mesure cathétométrique permettait de placer dans un même plan les extrémités des deux fils. Dans ces conditions, le galvanomètre est constamment resté au zéro, et cela, même à l'extérieur du tube central, jusqu'à une distance d'environ 15^{mm} des bords. La distribution des températures avait donc bien lieu suivant une fonction linéaire, à $0^{\circ},01$ près.

» Pour mesurer la quantité de chaleur passant pendant un temps donné à travers la section droite du tube central, j'ai constitué ce dernier par le prolongement de l'éprouvette d'un calorimètre de Bunsen : cette éprouvette traverse une plaque de fer qui vient s'ajuster exactement à la base de l'instrument; une mince bande de baudruche collée sur le tube et sur la plaque empêche l'écoulement du mercure qui forme l'anneau de garde; le tout était plongé dans la glace fondante jusqu'à la base commune des deux cylindres.

» Pour faire une mesure, je commençais par congeler, en faisant évaporer du chlorure de méthyle, l'eau bouillie contenue dans le calorimètre; cela fait, j'effectuais le remplissage de mercure et j'ajustais la tige graduée de l'instrument, dont j'avais, au préalable, fait une étude volumétrique par un jaugeage au mercure; j'attendais que le régime normal fût établi : des expériences préalables m'avaient appris qu'il fallait de trente-cinq à quarante minutes pour que ce résultat fût atteint; j'effectuais alors la lecture du calorimètre, en mesurant le temps sur un chronomètre de Breguet.

Voici quelques nombres correspondant à diverses expériences :

Durée.	Température inférieure.	Température supérieure.	Nombre de divisions du calorimètre.	Valeur de K.
54^s....	0°	$101^{\circ},0$	520	0,02017
50....	0	101,0	509	0,02013
52....	0	101,5	512	0,02015
54....	0	101,5	518	0,02016
53....	0	100,5	520	0,02015

» Si l'on porte ces nombres dans la formule

$$Q = KA\frac{t}{l}(\theta - \theta')$$

qui définit la conductibilité K entre θ^0 et θ'^0 dans une colonne de mercure de longueur l et de section A, à travers laquelle passe pendant le temps t une quantité de chaleur égale à Q, on trouve comme valeur moyenne de K, entre 0° et 100°,

$$K = 0,02015.$$

» Des expériences faites par une méthode avec poids, que je compte publier dans une Communication ultérieure, sont venues confirmer ce nombre, et me permettent de compter sur $\frac{1}{180}$ environ comme approximation. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation directe des deux bornéols inactifs, donnant, par oxydation, du camphre droit ou du camphre gauche.* Note de M. **Alb. Haller.**

« Dans nos études sur l'isomérie des camphols, nous n'avons passé en revue, jusqu'à présent, que les camphols naturels, c'est-à-dire ceux qui existent soit à l'état libre, soit à l'état de combinaison dans les principes d'origine végétale. Dans ces camphols, nous avons distingué des droits et des gauches, leur pouvoir rotatoire moléculaire $[\alpha]_D = \pm 37°$, et dans notre dernière Communication, nous avons démontré que le camphol de succin était constitué par un mélange à parties inégales de droit et de gauche.

» Les bornéols peuvent encore s'obtenir par hydrogénation des camphres. Pour les préparer, on peut employer soit le procédé de M. Berthelot, soit celui de M. Baubigny, soit enfin la méthode imaginée par MM. Jackson et Mencke et modifiée par M. Walloch (1).

» Mais, ainsi que l'a démontré M. de Montgolfier (2) dans son beau travail sur les isomères et les dérivés du camphre et du bornéol, les deux premiers procédés fournissent des bornéols à pouvoir rotatoire variable avec chaque opération; ce pouvoir rotatoire peut en effet aller de $\pm 1°$ à $\pm 37°$, et, chose digne de remarque, le camphre provenant de l'oxydation de ces camphols artificiels a un pouvoir rotatoire identique à celui du camphre primitif.

» Nous nous sommes assuré que les camphols obtenus par la méthode

(1) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CCXXX, p. 225.

(2) *Thèse de doctorat ès Sciences*. Paris, 1878.

de MM. Jackson et Mencke jouissent de propriétés analogues. Ainsi un camphre $[\alpha] = + 41^\circ,88$, traité en solution alcoolique par du sodium, a fourni un bornéol $[\alpha]_D = + 27^\circ$ environ au lieu de $+ 37^\circ$. Ce bornéol oxydé avec de l'acide azotique régénère le camphre avec son pouvoir rotatoire primitif $[\alpha]_D = + 41^\circ 88$.

» Cette variation dans le pouvoir rotatoire des bornéols artificiels a fait supposer à M. de Montgolfier qu'il se formait dans ces préparations un mélange en proportions inégales de camphol à pouvoir rotatoire de même sens que celui du camphre dont on part et d'un camphol à pouvoir rotatoire inverse.

» En fractionnant la précipitation du bornéol obtenu au moyen du procédé de M. Baubigny, M. de Montgolfier est en effet arrivé à isoler deux camphols à pouvoir rotatoire inverse, et fournissant par oxydation le même camphre avec son pouvoir rotatoire primitif.

» En se basant sur l'ensemble des recherches qu'il a faites sur l'isomérie des camphols, ce savant est arrivé à admettre neuf variétés de bornéols [1] :

Type droit.	Type gauche.	Racémiques.
1° Droit stable;	4° Gauche stable;	7° Combinaison du droit et du gauche stables.
2° Gauche instable;	5° Droit instable;	
3° Leur combinaison.	6° Leur combinaison.	8° Combinaison du droit et du gauche instables.

9° Inactif véritable.

» Nous avons eu l'occasion de répéter la plupart de ces expériences et nous ne pouvons que les confirmer en tous points.

» M. de Montgolfier a démontré, et nous-même nous sommes assuré qu'en chauffant un camphol composé de stable et d'instable avec du sodium, son pouvoir rotatoire augmentait. Il était à présumer que, dans l'action du sodium sur le camphre, il se forme un mélange, à parties égales, de camphol gauche et de camphol droit, c'est-à-dire de l'inactif 3° ou 6°; mais, ces camphols une fois formés, le sodium réagit sur l'instable et le transforme partiellement en stable, de sorte que le produit final jouit du pouvoir rotatoire.

» Pour démontrer qu'il en est ainsi, nous avons préparé des camphols d'après la méthode de M. Baubigny, en évitant d'employer la quantité or-

---

(1) *Loc. cit.*, p. 59.

dinaire de sodium, et de prolonger l'action du métal sur le composé sodé formé. On a eu soin aussi de partir de camphres chauffés, au préalable, avec de l'acide azotique, pour les débarrasser des petites quantités de bornéol qu'ils peuvent renfermer, comme l'a démontré M. Berthelot.

» On en dissout 100gr dans 250gr de toluène et l'on y ajoute 5gr de sodium ($\frac{1}{3}$ de la quantité théorique). On chauffe le mélange et, au moment où le métal réagit sur le camphre, on retire le ballon du feu et on laisse la réaction s'accomplir d'elle-même. On fait ensuite passer le courant d'acide carbonique jusqu'à saturation. Le magma obtenu est agité avec son volume d'eau froide et la solution aqueuse est séparée avec soin, et aussi rapidement que possible, du liquide surnageant. Après l'avoir filtrée, on l'abandonne à elle-même pendant huit jours. Au bout de ce temps, le bornéol est recueilli et purifié par les procédés ordinaires.

» Nous avons fait cette opération avec du camphre droit et du camphre gauche. Nous donnons, dans le Tableau ci-dessous, le point de fusion et le pouvoir rotatoire : 1° des camphres employés; 2° des bornéols obtenus; 3° des camphres régénérés des bornéols; 4° des acides camphocarboniques fournis dans la réaction.

	Point de fusion.	Pouvoir rotatoire.
Camphre droit employé	178°,4	$[\alpha]_D = +41°,44$
Camphol obtenu................	210,4	0
Acide camphocarbonique........	128,7	$[\alpha]_D = +66,75$
Camphre régénéré du camphol...	178,6	$[\alpha]_D = +41,44$
Camphre gauche employé	178,6	$[\alpha]_D = -42,76$
Camphol obtenu	210,6	0
Acide camphocarbonique........	128,7	$[\alpha]_D = -66,86$
Camphre régénéré........... ..	178,6	$[\alpha]_D = -42,7$

» Ces chiffres montrent que le camphre, en passant par le bornéol, n'a pas été atteint dans son pouvoir rotatoire.

» Il semble donc démontré que, quel que soit le procédé d'hydrogénation employé, on n'obtient jamais un camphol unique et stable; il est toujours mélangé d'instable.

» Quelle est la nature de ces instables? Nous ne saurions encore nous prononcer sur leur compte, mais nous nous proposons d'y revenir. Dans tous les cas, quand on prépare certains corps avec un mélange pareil, l'instable suit le stable dans les dérivés. Ainsi, il nous est arrivé de préparer de la campholuréthane et du carbonate de camphol droits avec un mé-

lange de bornéol droit stable et de bornéol gauche instable. Une autre préparation identique a été faite avec un camphol gauche stable et pur. Les points de fusion et pouvoirs rotatoires des dérivés obtenus sont les suivants :

	Dérivés droits.		Dérivés gauches.	
	Points de fusion.	Pouvoirs rotatoires.	Points de fusion.	Pouvoirs rotatoires.
Campholuréthane.....	120°,0	$[\alpha]_D = +24°,4$	130°,5	$[\alpha]_D = -29°,9$
Carbonate de camphol.	220,6	$[\alpha]_D = +14,37$	219.4	$[\alpha]_D = -44,1$

» C'est cette différence dans les points de fusion et les pouvoirs rotatoires de ces dérivés, différence qui est due à la présence de dérivés du bornéol instable, qui m'a déterminé à m'assurer s'il y avait isomérie chimique entre les camphols de différentes origines. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'aniline sur l'éther diéthylsuccinique bibromé.* Note de M. NICOLAS LOPATINE.

« J'ai fait bouillir, pendant douze heures, 10 parties d'éther diéthylsuccinique bibromé $(C^2H^5)^2C^4H^2Br^2O^4$, 20 parties d'aniline et 40 parties d'alcool à 95 pour 100, dans un ballon muni d'un réfrigérant à reflux. Au début la masse est liquide et homogène, l'éther étant soluble dans l'aniline et l'alcool. Après quelques heures d'ébullition, il commence à se former un précipité; vers la fin de la réaction, la masse se solidifie. Après refroidissement, on reprend par l'alcool froid, qui dissout une partie du produit en se colorant fortement en brun. Le résidu filtré et dissous dans l'alcool bouillant, par refroidissement de la solution, dépose de petites aiguilles soyeuses qui, vues au microscope, paraissent être formées de longs prismes rhomboïdaux. Ces cristaux fondent à 145°, sans décomposition; ils sont insolubles dans l'eau, même bouillante, très peu solubles dans l'alcool et dans le benzol bouillant.

» L'analyse a donné les nombres suivants pour 100 :

	I.	II.	III.
C...............	66,78	66,82	66,80
H...............	6,95	7,21	6,81
Az..............	7,98	8,20	8,08
O par différence....	18,29	17,77	18,31

» Ces nombres conduisent à la formule

$$\begin{array}{l} CH\begin{cases} AzHC^6H^5 \\ CO^2, C^2H^5 \end{cases} \\ | \\ CH\begin{cases} CO^2, C^2H^5 \\ AzHC^6H^5 \end{cases} \end{array}$$

qui exige

C	67,41
H	6,74
Az	7,86
O	17,98

» Ce dérivé, chauffé avec une solution d'hydrate de baryte, se décompose en dégageant de l'acide carbonique. Traité par une solution de potasse, il donne un produit cristallisé, soluble dans l'eau et dans l'alcool. L'acide chlorhydrique réagit également sur lui, en fournissant un composé cristallisé.

» L'étude des produits de transformation, sous les diverses influences, sera l'objet d'une prochaine Communication (¹). »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Dangers des matières tuberculeuses qui ont subi le chauffage, la dessiccation, le contact de l'eau, la salaison, la congélation, la putréfaction.* Note de M. GALTIER, présentée par M. A. Chauveau.

« Le suc du muscle d'un animal phtisique est, comme le sang, parfois virulent, ainsi que l'ont démontré des expériences diverses, et notamment celles de M. Toussaint. Il n'y a pas longtemps encore que j'ai vu des lapins devenir tuberculeux, dans la proportion de 2 sur 3, à la suite d'injections intra-veineuses de suc musculaire de vache phtisique ou de lapin mort de tuberculose expérimentale. Il est donc démontré une fois de plus que, si la viande des bêtes phtisiques n'est pas toujours dangereuse, il y a des cas où elle l'est; et elle l'est d'autant plus sûrement, comme l'a prouvé M. Toussaint, qu'elle a été plus incomplètement chauffée ou plus incomplètement cuite dans ses parties profondes. En effet, tandis que du suc musculaire et du lait préalablement tuberculisés n'ont pas transmis la

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie minérale du Collège de France.

maladie aux lapins qui en ont reçu dans la veine, après un chauffage poussé jusqu'à l'ébullition, il en a été tout autrement quand ces matières avaient été soumises à une température moins élevée. Ainsi j'ai rendu tuberculeux des lapins en leur inoculant du suc musculaire et du lait chauffés à des températures qui ne dépassent pas le centre d'un gros morceau de viande cuit sur le gril; j'ai donné la maladie à des cobayes en leur inoculant de la matière tuberculeuse qui, après avoir été enfermée dans des tubes scellés à la lampe, avait subi pendant vingt minutes un chauffage à 60°, ou pendant dix minutes un chauffage à 71°. Le conseil donné par M. Toussaint, il y a quelques années, mérite donc d'être suivi : la viande d'un animal tuberculeux ou suspect ne doit pas être mangée saignante.

» La dessiccation à une certaine température ne stérilise pas le virus tuberculeux : elle facilite même sa conservation ultérieure. Depuis longtemps déjà l'expérimentation a établi cette vérité; et, plus d'une fois, j'ai eu, comme bien d'autres, l'occasion d'en reconnaître l'exactitude dans le cours de mes recherches. J'ai notamment fait développer la maladie en employant des matières desséchées à diverses températures inférieures à 30°, en inoculant par injection hypodermique, intra-péritonéale, intra-veineuse ou par pulvérisation dans les voies respiratoires, des matières desséchées depuis quinze jours, un mois, trente-huit jours. J'ai constaté aussi que la salaison peu prolongée ne détruit pas la virulence des matières tuberculeuses; des cobayes, inoculés avec le produit d'organes soumis pendant quarante-huit heures à l'action du sel de cuisine employé à raison de 6^{gr} pour 16^{gr} de matière à saler, ont contracté la maladie. Tous ces faits sont bien de nature à légitimer les mesures que l'on tend de plus en plus à conseiller pour la destruction, la dénaturation et la désinfection des matières tuberculeuses; et il en est de même de ceux qui suivent.

» Le séjour dans des eaux qui se renouvellent ou qui ne se renouvellent pas laisse toujours intacte la virulence tuberculeuse. Ainsi, j'ai transmis la maladie à de nombreux lapins en leur inoculant des rates tuberculeuses conservées en petits fragments pendant huit, dix, quinze, dix-sept jours dans l'eau à 3° et 8° de température et arrivés à un degré plus ou moins avancé de putréfaction. D'ailleurs, la putréfaction à l'air libre dans l'obscurité ou à la lumière respecte longtemps les germes de la tuberculose; j'ai, en effet, rendu malades et fait mourir phtisiques des cobayes et des lapins en leur inoculant soit du lait ou du petit-lait abandonné, après tuberculisation préalable, à la putréfaction pendant cinq et dix jours,

soit du suc de rate ou de poumon tuberculeux en putréfaction depuis dix et vingt jours dans un milieu dont la température variait chaque jour de 8° à 20°.

» La congélation à des températures de 3°, 4°, 5°, 6°, 7°, 8° au-dessous de zéro, et la congélation alternant avec des températures diurnes de 3°, 4°, 5°, 6°, 7°, 8° au-dessus de zéro ne détruisent pas non plus le principe virulent de la phtisie. J'ai obtenu sur des lapins de très belles tuberculoses généralisées en leur inoculant par injection intra-veineuse :

» 1° De la rate de lapin tuberculeux ayant séjourné sur le rebord extérieur de la fenêtre du laboratoire pendant deux nuits et deux jours, la température nocturne étant descendue à −3° et −4° et la température diurne étant montée à +3°;

» 2° Du poumon de vache phtisique resté sur le rebord extérieur de la fenêtre du 4 au 14 février de cette année, la température du jour étant montée de +1° à +8°, et celle de la nuit ayant baissé de 0° à −7°;

» 3° De la rate de lapin soumise pendant neuf jours et neuf nuits aux mêmes variations de température;

» 4° Du poumon de vache resté exposé aux variations précitées pendant dix-sept jours et dix-sept nuits;

» 5° De la rate de lapin exposée dans les mêmes conditions, du 21 février au 7 mars, la température ayant oscillé entre −4° et +11°;

» 6° Du poumon de vache soumis aux mêmes variations de température du 18 février au 9 mars;

» 7° De la rate de lapin restée exposée dans les mêmes conditions du 21 février au 21 mars, la température étant descendue à −6° le 17 et le 19 mars.

» J'ajoute que ces diverses matières étaient, en outre, plus ou moins putréfiées au moment de leur inoculation; c'était pourtant bien la tuberculose qu'elles donnaient, car les lésions des lapins rendus malades transmettaient l'affection à d'autres, soit par inoculation directe, soit par inoculation après culture sur gélatine. Avec de la matière congelée, j'ai pareillement infecté des cobayes en l'introduisant dans les voies respiratoires avec un pulvérisateur.

» En résumé, donc, le virus de la tuberculose est doué d'un pouvoir de résistance tel, qu'il peut conserver son activité dans les eaux, dans les matières putréfiées, à la surface des objets, malgré la dessiccation, malgré les variations de température et malgré la congélation. Si l'on considère, d'autre part, que les malades excrètent souvent des quantités considérables

de matière virulente, qu'ils en rejettent dans les milieux extérieurs, non seulement avec leurs produits de sécrétion pathologique, mais encore avec certains produits de sécrétion physiologique, on est bien forcé de ne pas méconnaître les dangers que créent pour l'hygiène de l'homme et des animaux les diverses matières qui peuvent contenir des agents de la maladie, telles que les immondices provenant de maisons où se trouvent des personnes phtisiques et les litières, fumiers ou purins des étables où sont logés des animaux tuberculeux. Les bêtes malades souillent de leurs excrétions les divers objets qui sont à leur portée, l'eau des abreuvoirs; leurs excréments peuvent entraîner avec eux de la matière virulente en cas de tuberculose intestinale; il en est de même des urines, quand les reins sont envahis par les lésions. J'ai, en effet, donné la tuberculose à des lapins en leur injectant dans une veine de faibles doses d'urine recueillie dans la vessie d'autres lapins morts de tuberculose généralisée.

» La conclusion à tirer de ce qui précède est qu'il est indispensable d'exiger la désinfection de tous les objets souillés par les animaux tuberculeux, de leurs excrétions, des locaux occupés par eux, des fumiers et des purins qui en proviennent, afin de prévenir la dissémination de la maladie et sa transmission à l'homme. »

ZOOLOGIE. — *Sur le* Colochirus Lacazii. Note de M. **Edgard Herouard**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« On trouve aux environs de Roscoff, sous les pierres des îlots découvrant aux grandes marées au niveau de la plus basse mer, une Holothurie blanche, dont les tentacules sont tantôt noirs, tantôt blanc jaunâtre, ou bien panachés de noir et de blanc. La couleur blanche du corps devient noire chez les individus vivant dans des conditions défavorables. Plutôt petite que de grande taille, elle peut cependant atteindre une longueur de $0^m,07$ à $0^m,08$.

» Elle est assez commune sur les plages des environs de Roscoff, et cependant elle représente une espèce nouvelle du genre *Colochirus*, qui n'avait pas encore été signalée dans les mers d'Europe. Je dédie cette espèce à M. de Lacaze-Duthiers, en souvenir de l'hospitalité bienveillante que j'ai reçue dans les laboratoires de Roscoff et de Banyuls.

» Voici les caractères et la description succincte du *Colochirus Lacazii* (n. sp.) Herouard.

» Corps cylindroïde chez l'animal mort et prismatique à section trapézoïde chez l'animal vivant fixé par la face ventrale, atténué vers ses extrémités. Aires radiales du trivium à tubes ambulacraires nombreux, bisériés, non entièrement rétractiles. Dans les aires radiales du bivium, papilles coniques placées sur deux rangs vers le centre et se rapprochant graduellement pour se placer en zigzag et se terminer sur une seule ligne à la partie postérieure. Vers la partie antérieure, les papilles sont remplacées par des tubes ambulacraires disposés sur deux rangs. Dix tentacules très ramifiés, dont les deux ventraux plus petits. Les corpuscules calcaires sont représentés par une lame en forme de losange, dont les angles obtus seraient arrondis et dont les milieux des côtés porteraient une dent située dans le plan de la figure. La lame est percée de quatre trous, un dans chaque angle du losange. Les deux trous placés sur la petite diagonale sont plus grands que les deux autres.

» On trouve d'autres formes qui, toutes, se rattachent à la précédente : les unes sont plus simples, les autres plus compliquées. Les premières seraient représentées par la forme décrite, chez laquelle les angles obtus du losange ne seraient pas encore formés : il n'y existerait, par suite, que deux trous, ce qui a fait donner à de semblables formations le nom de *lunettes* par les Allemands. Ce sont ces formations qui existent en plus grande abondance. Les formes plus compliquées seraient représentées par le losange décrit, chez lequel deux trous se seraient surajoutés dans deux des angles alternes-externes de la grande diagonale, par suite de la réunion d'un prolongement calcaire parti de l'angle aigu du losange avec la dent voisine. Dans les parois des tubes ambulacraires se trouvent, outre les formations précédentes, des corpuscules cruciformes et, vers l'extrémité, des bâtons de soutien, dérivant des formations en lunette, prolongés dans le sens de leur longueur. Sur le pourtour de la ventouse sont des formations plus compliquées, différentes l'une de l'autre, mais chez lesquelles on distingue toujours la forme losangique dans le plan de laquelle sont venus se surajouter des processus calcaires percés de trous. Le disque terminal est imparfait; il est le plus souvent formé d'une partie centrale représentée par un cercle calcaire concentrique au bord de la ventouse, duquel partent, en rayonnant, des branches ramifiées à leurs extrémités et percées d'un trou. En outre, dans le prolongement de ces branches, se trouvent des rameaux calcaires s'étendant de leur extrémité au pourtour de la ventouse. L'anus est pourvu de dents calcaires. Dents de l'anneau calcaire étroites, à fourche postérieure accusée. Les trois

dents médianes ventrales soudées. Nombre des vésicules de Poli variant de un à cinq. Un ou deux canaux du sable. Organes génitaux non ramifiés, formés par des cæcums peu nombreux en forme de poires allongées et comprimées latéralement. »

EMBRYOGÉNIE. — *Sur la formation des feuillets blastodermiques chez une Annélide polychète* (Dasychone lucullana *D. Ch.*). Note de M. **Louis Roule**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« En lisant les nombreux travaux publiés durant ces dernières années sur le développement des feuillets blastodermiques chez les Annélides polychètes, on remarque, entre les auteurs, de grandes divergences sur ces points importants, et principalement sur l'origine du mésoblaste. Hatschek, d'accord en cela avec Götte et la plupart des embryogénistes, admet que les initiales du mésoblaste proviennent des mêmes sphères de segmentation que les cellules endoblastiques, tandis que Salensky fait dériver le mésoblaste des cellules ectoblastiques, lorsque ces dernières sont déjà disposées en un feuillet embryonnaire assez net. J'ai donc essayé d'étudier la genèse des couches blastodermiques chez la *Dasychone lucullana*, dont les œufs renferment beaucoup de vitellus nutritif et se rapprochent ainsi de ceux observés par Salensky, afin d'examiner à mon tour le mode de formation du mésoblaste.

» La segmentation est très inégale chez la *Dasychone;* l'ovule fécondé se divise en deux sphères, l'une petite, contenant la majeure partie du vitellus évolutif, l'autre, plus grande, constituée par l'amas compact des granulations vitellines. La première sphère se divise plus rapidement que la seconde et forme, en un pôle de l'œuf, une sorte de cumulus proligère, qui s'étend peu à peu en surface pour entourer le vitellus nutritif. Lorsque le cumulus a enveloppé la moitié de l'ovule, une coupe médiane montre, dans ce dernier, deux parties; l'une se présente comme une calotte dont les cellules, de tailles presque égales, proviennent de la division du cumulus proligère; l'autre, ayant l'aspect d'un amas de cellules de tailles diverses, dérive de la segmentation de la grande sphère chargée de vitellus nutritif. La calotte du vitellus évolutif tend à entourer de plus en plus les cellules à granulations vitellines, et, lorsque cette croissance épibolique touche à sa fin, ces cellules sont toutes situées dans la cavité limitée par les éléments de la calotte, sauf en un point, non encore atteint par ces derniers éléments et au

niveau duquel les cellules à vitellus nutritif sont quelque peu extérieures. Ce point correspond au blastopore des larves d'*Eupomatus*, étudiées par Hatschek, et, de plus, dans l'intérieur de l'embryon parvenu à ce stade, une cavité laissée, dans la région opposée au blastopore, entre la couche blastodermique externe et l'amas de cellules internes, a la signification d'un blastocèle. Ensuite, le blastopore se ferme, et l'embryon est constitué par deux feuillets, l'un périphérique, l'autre central; le premier est l'ectoblaste; du second se sépareront, au moment de la fermeture du blastopore, quelques cellules qui se placeront de part et d'autre de la fente blastoporique et donneront naissance au mésoblaste; dans toutes les coupes que j'ai examinées, ce nombre de cellules initiales du mésoblaste m'a paru supérieur à deux. L'amas central d'éléments chargés de granulations vitellines correspond ainsi à un méso-endoblaste, dont se sépare d'abord le mésoblaste, qui subira son évolution particulière, et dont les cellules restantes constitueront l'endoblaste.

» Tous les stades que je viens de décrire se passent dans la cavité limitée par la membrane vitelline de l'ovule. Après la fermeture du blastopore, une couronne de longs cils vibratiles apparaît autour d'un des pôles de la larve; une deuxième couronne de petits cils se forme en arrière de celle-ci et se continue sur la future ligne médiane ventrale jusqu'à l'extrémité du pôle opposé (bande ventrale ciliée), et la larve perce la membrane vitelline pour devenir libre. Cette membrane ne persiste donc pas et ne devient pas la cuticule larvaire.

» Quelques heures après la mise en liberté des larves, celles-ci possèdent deux yeux situés en avant de la première couronne ciliée, et, vers leurs deux extrémités, quelques bâtonnets semblables à des cnidocils. Ces organes de relation méritent un examen approfondi, ainsi que la structure de la larve à cette époque, avant que les bandelettes mésoblastiques soient bien constituées, étant données les observations de Hatschek, de Fraipont et celles plus récentes de Kleinenberg (larves de *Lopadorhynchus*), sur les systèmes nerveux et musculaire primitifs des larves d'Archiannélides et d'Annélides; aussi, dans plusieurs Notes subséquentes, j'exposerai les résultats auxquels je suis arrivé en étudiant les larves de *Dasychone*.

» Les matériaux qui m'ont servi pour ces recherches proviennent du laboratoire de Zoologie marine de Marseille. »

ZOOLOGIE. — *Contribution à l'étude de l'évolution des Péridiniens d'eau douce.* Note de M. **J. Danysz** (1).

« En poursuivant mes recherches sur l'évolution des Péridiniens, j'ai pu constater que, à l'exception de quelques détails d'un intérêt secondaire, il y a une grande uniformité entre les phases successives de l'évolution chez des genres assez éloignés les uns des autres, les *Gymnodinium*, *Glenodinium* et *Peridinium*, et que, par le mode de leur évolution, de même que par la nature des substances dont est composé leur corps, ces êtres devraient être classés avec bien plus de raison parmi les végétaux que parmi les animaux.

» En effet, j'ai eu l'occasion d'observer que, chez le *Gymnodinium glaciale*, sp. n., le *Glenodinium rhomboideum*, sp. n., le *Glen. truncatum*, sp. n., espèces nouvelles que j'ai découvertes récemment dans de petits bassins du Jardin des Plantes de Paris et dans des mares des environs, de même que chez le *Gymnod. musei* Danysz et le *Peridinium tabulatum* Ehrenb., les phases successives de l'évolution sont les suivantes :

» Les individus actifs se multiplient par des divisions successives en deux et quelquefois en quatre individus, de plus en plus petits. La différence de taille était, pour le *Gymn. glaciale* par exemple, de 30^{μ} à 10^{μ}.

» Il est très important de remarquer ici que, chez toutes les espèces dont on connaît la multiplication, cette dernière s'effectue toujours par un processus de division identique, malgré de grandes différences dans la structure du corps et du noyau. Elle se fait toujours suivant l'axe longitudinal du corps, mais la ligne de séparation est toujours un peu oblique par rapport à l'axe transversal.

» Quand les Péridiniens se trouvent dans des conditions qu'on peut considérer comme normales, ils se multiplient à l'état de vie active; mais les mêmes phases de la multiplication peuvent s'effectuer à l'état de repos, quand les mêmes individus viennent à se trouver dans un liquide moins fluide que l'eau pure.

» La cause de ce phénomène me semble être d'une nature purement mécanique. En effet, il m'a été facile de créer ces conditions artificiellement, en ajoutant à l'eau de mes cultures un peu de bouillie d'amidon; le

---

(1) Travail fait au laboratoire de M. le professeur G. Pouchet.

même phénomène se produit dans la nature lorsque, dans une quantité d'eau relativement petite, se développent, en grand nombre, des algues et d'autres végétaux sécrétant des substances gélatineuses.

» Des états entièrement analogues à ceux que je décris ici comme des processus de division ont été décrits par Stein comme représentant des états de conjugaison. Pourtant, les figures représentant la division des noyaux et les résultats de mes cultures ne me permettent pas de douter qu'on se trouve ici en présence d'un processus de division.

» Cette phase de multiplication est suivie d'une formation d'œufs ou de spores. Je n'ai vu la formation des œufs que chez deux espèces, jusqu'à présent, le *Gy. musei* et le *Gy. glaciale*. Chez ces deux espèces, les œufs se forment par *isogamie*, à gamètes mobiles.

» La structure des œufs et des spores et la nature des substances qui les composent sont les mêmes dans les cinq espèces que j'ai pu étudier jusqu'à présent. Ce sont des corps sphériques ne rappelant en rien par leur forme les formes caractéristiques des Péridiniens qui leur ont donné naissance. Deux membranes, partout uniformes, recouvrent le protoplasma intérieur : la membrane externe, épaisse, formée de deux couches concentriques qui ne sont pas de même nature au point de vue chimique, et la membrane interne, mince et hyaline, qui s'applique étroitement sur le protoplasma. Les deux membranes sont le plus souvent séparées, par endroits, l'une de l'autre, par un espace libre.

» Le protoplasma, finement granuleux, contient un grand nombre de corpuscules de différentes natures. Ce sont d'abord des chromoleucites très petits, qui, répandus dans le corps tout entier des individus actifs, leur donnaient une teinte uniforme, et qui, dans les kystes, se sont réunis en un ou plusieurs corpuscules, localisés généralement à un endroit déterminé.

» Quand il y a des chromoleucites teints de plusieurs matières colorantes chez le même individu, alors, dans les kystes, les différentes colorations se séparent, le rouge se concentre et se localise en un ou plusieurs corpuscules, tandis que le jaune reste le plus souvent répandu partout.

» Des gouttelettes d'huile et des corps gras à l'état solide, probablement le résultat de la transformation de l'amidon ou de la granulose, qu'on trouve dans le protoplasma des individus actifs et qu'on ne retrouve plus dans les kystes, sont répandus tantôt irrégulièrement, tantôt avec une grande régularité dans le protoplasma de l'œuf ou de la spore.

» La couche interne de la membrane externe présente les mêmes réac-

tions que la cellulose pure, mais condensée; la couche externe est probablement de la cellulose cutinisée.

» La membrane interne hyaline paraît être la couche membraneuse du protoplasma. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Des variations horaires de l'action chlorophyllienne.* Note de M. **J. Peyrou**, présentée par M. Duchartre.

« L'étude des variations du contenu gazeux des feuilles, que j'ai faite en 1885, m'ayant conduit à admettre que l'heure de la journée a une grande influence sur ce contenu gazeux, surtout pour la proportion d'oxygène, j'ai voulu vérifier si l'action chlorophyllienne éprouve, elle aussi, une influence de ce genre. Mes observations ont été faites sur des plantes aquatiques submergées et sur des plantes aériennes.

» Je ne donnerai aujourd'hui que les résultats fournis par les plantes aquatiques. Pour cette étude, je me suis servi de l'appareil suivant :

» Un tube en verre de $0^m,08$ de diamètre et de $0^m,60$ de long était fermé à ses deux extrémités par un bouchon de caoutchouc, percé d'un trou; à l'un des bouchons était adapté un robinet, à l'autre, un tube de verre coudé communiquant, par un tube de caoutchouc, avec un entonnoir supporté par un pied à coulisse, ce qui permettait de l'élever à la hauteur qu'on voulait au-dessus du tube de verre.

» Les plantes étaient d'abord placées dans le tube de verre, qu'on remplissait complètement d'eau chargée d'acide carbonique. On exposait ensuite ce tube au soleil dans une gouttière en zinc, dans laquelle coulait constamment un courant d'eau, qui baignait tout le tube; l'entonnoir restait fixé à $0^m,30$ ou $0^m,40$ au-dessus de la gouttière.

» Sous l'influence des rayons solaires, la chlorophylle décomposait l'acide carbonique, et l'oxygène provenant de cette décomposition se rendait à la partie la plus élevée du tube, qu'on avait légèrement incliné; l'eau déplacée par l'apparition du gaz était refoulée vers l'entonnoir. Dans la gouttière, un thermomètre indiquait la température.

» Après une heure et demie ou deux heures d'exposition les gaz étaient recueillis et analysés. Pour recueillir les gaz, l'appareil était complètement plongé dans une grande cuve à eau et redressé de façon à amener tous les gaz du côté du robinet; celui-ci ouvert, ils passaient dans une cloche graduée.

» L'acide carbonique était absorbé par la potasse et l'oxygène mesuré à l'eudiomètre. Hâtons-nous de dire que les erreurs commises par suite de la dissolution des gaz dans l'eau sont sans importance lorsqu'il s'agit d'expériences comparatives du genre de celles que nous avons faites. Ce qu'il nous importait surtout de connaître, c'était la quantité d'oxygène dégagée; or ce gaz est très peu soluble dans l'eau.

» Cette analyse achevée, on laissait les plantes dans l'appareil, mais on enlevait l'eau pour la remplacer par la dissolution primitive d'acide carbonique, afin d'opérer toujours dans des conditions comparables; les mêmes plantes servaient pour toute la journée. Grâce au courant d'eau froide dans la gouttière, la température restait à peu près constante.

» Il résulte de mes expériences que l'action chlorophyllienne paraît indépendante de la température, du moins dans les conditions où j'ai expérimenté et qu'elle est toujours proportionnelle à l'éclairement. Plus celui-ci est considérable, plus cette action est énergique. Lorsque le temps est très beau toute la journée, le maximum d'oxygène produit a lieu généralement entre 10^h et midi; quelquefois même le maximum apparaît avant 10^h, avec les plantes aquatiques.

» Les expériences du 15 juin, faites par un temps nuageux, prouvent parfaitement que la quantité d'oxygène produite ne dépend pas de l'heure de la journée, mais de l'éclairement. Ce jour-là, en effet, le soleil ne paraissait que par intervalles; de $11^h 40^m$ à $1^h 10^m$, il s'est produit un minimum d'oxygène, alors que nous aurions dû avoir un maximum; ce résultat ne peut être attribué qu'à ce que, pendant tout ce temps, il n'y a eu qu'une demi-heure de soleil; le reste du temps, le ciel était couvert de gros nuages noirs.

Oxygène produit par l'action chlorophyllienne de 100gr *de plantes entières d'*Elodea canadensis.

14 *juin.* — une heure et demie d'exposition.

Heure de la journée.	Oxygène en centimètres cubes.	Température.	Observations.
De 11.15 ($^{h\ m}$) à midi.45 ($^{h\ m}$)........	88,0 (cc)	23°	Tout le temps soleil splendide.
De 1 à 2.30........	67,5	23	
De 2.45 à 4.15........	32,5	24	
De 4.20 à 5.50........	27,5	23	

15 *juin.* — 100gr de *Ceratophyllum demersum* ont donné, pendant une heure et demie d'exposition à la lumière :

Heure de la journée.	Oxygène en centimètres cubes.	Température.	Observations.
De 10h m à 11h.30m	54cc	24°	Soleil tout le temps.
De 11.40 à 1.10	15,5	24	Une demi-heure de soleil seulement.
De 1.15 à 2.45	36,7	25	Une heure de soleil.
De 2.50 à 4.20	18,3	24	Une heure de soleil.

19 *juin.* — 100gr de *Potamogeton priscus* ont donné, pendant une heure et demie d'exposition à la lumière :

Heure de la journée.	Oxygène en centimètres cubes.	Température.	Observations.
De 8h.30m à 10h m	79,5cc	24,5°	Soleil tout le temps.
De 10.10 à 11.40	63,3	24,5	
De 11.45 à 1.15	69,3	24,5	
De 1.40 à 3.10	61	24,5	
De 3.15 à 4.45	28,3	24	
De 4.50 à 6.20	23,6	23,5	

21 *juin.* — 100gr de *Ceratophyllum demersum* ont donné, pendant deux heures d'exposition à la lumière :

Heure de la journée.	Oxygène en centimètres cubes.	Température.	Observations.
De 5h.45m à 7h.45m	7cc	20,5	Un peu de brouillard.
De 7.45 à 9.45	29,7	23,5	Soleil tout le temps.
De 9.45 à 11.45	10,7	23,5	
De midi à 2	10,5	23,5	
De 3.30 à 5.30	7	23	

25 *juin.* — 100gr d'*Elodea canadensis* ont donné, pendant 1h45m d'exposition à la lumière :

Heure de la journée.	Oxygène en centimètres cubes.	Température.	Observations.
De 8h à 9h.45m	38,7cc	24°	Beaucoup de vapeur d'eau dans l'atmosphère; soleil peu brillant, mais pas de nuage.
De 10 à 11.45	79,1	24	
De midi à 1.45	60,2	24	
De 2 à 3.45	32	23,5	
De 4 à 5.45	18,7	23,5	

» Ces résultats concordants prouvent que l'action chlorophyllienne est proportionnelle à l'intensité de l'éclairement. Avec les plantes aériennes nous avons eu des résultats tout à fait analogues, ainsi qu'on le verra dans une prochaine Communication (1). »

VITICULTURE. — *Apparition du* Black Rot *aux environs d'Agen.* Note de M. **Prillieux**, présentée par M. Duchartre.

« Je viens de recevoir ce matin, d'Agen, des raisins malades qui me sont adressés par le professeur d'Agriculture du département de Lot-et-Garonne, M. de l'Écluse; il les a cueillis dans son jardin où il les a vus hier pour la première fois, mais une maladie semblable règne, m'assure-t-il, aux environs d'Agen et est signalée, en outre, dans un vignoble de Montesquieu (arrondissement de Nérac) et à Frégimont.

» J'ai examiné les grains attaqués : j'y ai reconnu avec effroi le *Black Rot* des Américains, qui avait été signalé, il y a deux ans, par MM. Viala et Ravaz dans la haute vallée de l'Hérault, au-dessus de Ganges, où j'ai été l'étudier l'an passé. Jusqu'ici on espérait qu'il y resterait confiné dans de très étroites limites : cet espoir est déçu.

» Les grains attaqués qui me sont envoyés d'Agen sont couverts de conceptacles contenant, les uns des stylospores de *Phoma uvicola*, les autres de très fins corpuscules, en forme de bâtonnets, que l'on peut désigner sous le nom de *spermaties*, fait que j'ai signalé le premier, il y a longtemps, sur des échantillons recueillis en Amérique. »

GÉOLOGIE. — *L'horizon silurien de Montauban-Luchon à Cabrières (Hérault).* Note de M. **G. de Rouville**, présentée par M. Hébert.

« La série silurienne des Pyrénées centrales, que nous devons à M. Caralp (*Comptes rendus*, p. 1861; 1887), nous montre en son rang stratigraphique l'horizon de Montauban-Luchon à *Echinosphærites balticus*.

» C'est à cette même place, dans la série silurienne de Cabrières (Hérault), que devra définitivement se ranger un horizon dont la faune abondante, mais mal conservée, est généralement considérée par les paléontologistes comme rappelant des formes plutôt dévoniennes que siluriennes.

(1) Ce travail a été fait au Muséum d'Histoire naturelle, dans le laboratoire de Physiologie générale dirigé par M. le Professeur Rouget.

» Dès 1849 (¹), de Verneuil, à qui Fournet avait communiqué des fossiles de cet horizon, partageait cette impression; il le considérait comme l'équivalent des calcaires de l'Eifel, de Ferques, de Nehou, etc., il y voyait un *Leptæna* voisin du *L. Murchisoni* et une *Orthis* voisine de l'*O. crenistria*.

» Plus tard, pourtant, Sœmann, étudiant la même faune, y signala, dans une lettre inédite adressée le 2 juin 1866 à de Verneuil, l'*Orthis Actoniæ*, une empreinte d'*Orthis testudinaria* et reconnaissait dans une autre à stries fines une forme similaire de l'*O. oblata* de Hall.

» Sœmann considérait donc cet ensemble organique comme silurien; il est probable que, dans l'intervalle, de Verneuil était revenu de sa première opinion; car, en 1874 (²), Graff invoqua de nouvelles déterminations de l'éminent paléontologiste lui-même en faveur des conclusions de Sœmann, son correspondant; il énumérait : *Favosites fibrosa*, *Chætetes tortubiæ*, *Trigeri*, *Hemicosmites pyriformis*, *Caryocystites*, mais il s'appuya principalement sur des considérations stratigraphiques pour établir sa manière de voir : « Une assise de schistes noirs feuilletés couvre immédiatement les » calcaires schisteux à *Hemicosmites pyriformis*, etc. Ces schistes se dis- » tinguent par des boules de calcaire bitumineux, riches en fossiles, con- » tenant *Cardiola interrupta*, graptolites. » (*Loc. cit.*, p. 17.)

» C'est dans ces mêmes relations que, dès nos premières recherches avec M. Charles de Grasset, nous avons constamment observé le même horizon, et en 1868, à l'époque de la réunion extraordinaire de la Société géologique à Montpellier (³), nous le rapportions au silurien en dépit des impressions très autorisées de notre confrère M. le pasteur Frossard, et de quelques autres, nous fondant sur le fait que les schistes à Cardioles occupaient, au lieu même de l'observation, un niveau supérieur.

» Le temps ne permit pas à la Société de vérifier l'exactitude de la coupe qui accompagne la présente Note, et qui confirme si bien la manière de voir de Graff et Fournet.

» Il est à remarquer seulement qu'une faille sépare, dans cette coupe, le calcaire jaune schistoïde à *Hemicosmites pyriformis* de ce que nos devanciers appellent *grès de Glauzy*, à cause de son importance locale à la fois orographique et pittoresque, grès que nous avons, dans notre Monographie de Cabrières, ramené du silurien, où le maintenait Graff, au vrai carbonifère (horizon du culm).

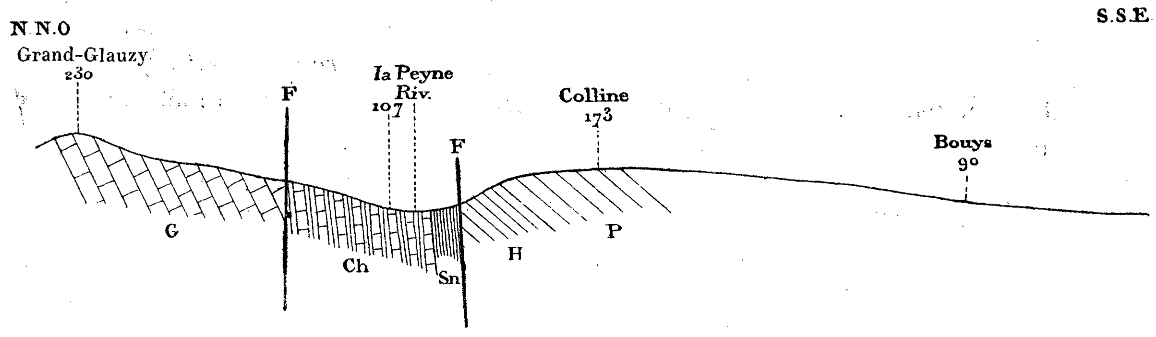
(¹) *Bulletin de la Société géologique de France*, 2ᵉ série, t. VI, p. 629.
(²) Graff, *Notice sur les terrains paléozoïques du département de l'Hérault*; 1874.
(³) *Bulletin de la Société géologique de France*, 2ᵉ série, t. XXV, p. 963; 1868.

» La faille susdite, dirigée est-ouest sur plusieurs kilomètres, est très bien dessinée et rendue très sensible par l'inflexion de la Peyne en cet endroit, par le redressement de ses lèvres et par les contacts anormaux divers qu'elle a provoqués sur son parcours (le Glauzy, Roquemaillière, Grange du Pin).

» La superposition des schistes à Cardioles s'observe partout où le calcaire à *Hemicosmites*, d'ailleurs limité comme affleurement, se présente au regard,

Coupe du Grand-Glauzy à Bouys (sud-sud-est).

$\frac{1}{10000}$.



G, grès du Glauzy; Ch, calcaire à *Hemicosmites;* Sn, schistes à *Cardiola interrupta;* H, houiller; P, permien; F, faille.

et, en particulier, dans la commune de Cabrières elle-même, au sud de la ferme de Lauriol, où Graff l'indique dans son Mémoire (p. 16) et où nous l'avons observé en contiguïté constante, d'une part, avec le grès carbonifère du Glauzy qu'il semble toujours recouvrir et, d'autre part, avec les schistes à graptolites qu'il supporte.

» Cette double association a quelque chose de remarquable, mais n'est pas faite pour nous induire en erreur sur les relations du grès avec les calcaires; elle résulte du gisement essentiellement transgressif du carbonifère, dans notre région, par rapport aux divers sous-sols, et de son très fréquent dépôt sur le sous-sol schisteux silurien; d'ailleurs, notre calcaire à *Hemicosmites* n'accompagne le grès du Glauzy que dans celle des quatre ou cinq écharpes carbonifères qui avoisine les schistes à Cardioles; d'autre part, ces derniers le séparent constamment des dolomies et calcaires dévoniens, avec lesquels nous ne l'avons jamais observé en contact immédiat.

» La stratigraphie nous a donc paru, tout au moins dans cette circonstance, avoir raison des inductions, sinon des conclusions paléontologiques. Nous rappelons que tous nos confrères compétents ont été unanimes à s'abstenir de toute détermination rigoureuse. Un seul s'est montré

plus affirmatif, se fondant principalement sur la signification des Crinoïdes qui lui ont fourni de meilleurs éléments que les nombreux Brachiopodes soumis à l'examen de nos autres confrères.

» M. de Koenen, de Göttingen, qui s'est montré pour nous si secourable dans la détermination de nos fossiles dévoniens, a bien voulu examiner nos échantillons de Crinoïdes et de bivalves, et ses lumières spéciales n'ont pas tardé à lui fournir des déterminations qui sont venues confirmer les conclusions stratigraphiques.

» Dans sa Note *Sur des Cystidées nouvelles des couches de Caradoc de la région de Montpellier* (1), M. de Koenen énumère *Corylocrinus pyriformis*, *Inglandocrinus crassus*, *Caryocystites Rouvillei*, qu'il fait suivre des *Orthis Actoniæ* Sow., *Calligramma* Dalm., *porcata* M. Coy, *alternata* Sow.; il mentionne, dans une lettre inédite, la présence d'un *Cyclonema* indéterminable.

» Nous nous trouvons donc décidément en présence d'une faune silurienne, et les similarités dévoniennes ne fournissent plus qu'un de ces traits intéressants, mais tous les jours plus nombreux, de parentage entre les faunes d'époques successives.

» C'est ce même niveau que nous visions dans notre Communication (*Comptes rendus*, p. 780; 1886), quand nous parlions de la représentation, à Cabrières, de l'étage du grès de May; nos confrères de Normandie n'acceptent pas cette équivalence; il faut bien reconnaître que nous manquons encore d'éléments pour établir la situation précise de nos divers termes paléozoïques dans la série géologique et pour satisfaire aux exigences de cette analyse stratigraphique quasi infinitésimale, qui fait le caractère des travaux géologiques de notre époque, et dont tant de faits conspirent, il faut bien le dire, à établir la légitimité. Nous n'avons pas, il est vrai, observé l'horizon des *Trinucleus;* avons-nous affaire, avec notre calcaire à *Hemicosmites,* à la partie supérieure de l'étage de Bala ou à sa base, où nous rencontrons le *Cystidean-limestone* de Scandinavie, l'*Echinosphærites-limestone* des provinces baltiques (2)? Nos Asaphes et nos Ogygies correspondent-elles exactement aux Calymènes d'Angers?... Heureusement, notre *Lingula Lesueuri*, de constatation récente, limite par le bas ce champ d'hésitation.

» Quoi qu'il en soit, il est bien remarquable de saisir sur la surface du globe entier un même dépôt fossilifère si nettement particularisé par l'abondance des Orthis et des Cystidées. D'autre part, il n'est pas sans intérêt de

---

(1) *N. Jahrb. für Min., Geol. und Paleont.*, Bd. II, p. 246; 1886.

(2) *Quarterly Journal of geologic. Society*, n° 38, p. 323 et 520; 1882.

mettre en relief la coexistence, dans notre région si circonscrite, des trois niveaux pyrénéens, récemment mis en lumière, de Cathervieille, des Pales-de-Burat et de Montauban-Luchon. Il n'est pas jusqu'à la Bretagne, plus éloignée de nous, dont notre oasis paléozoïque ne puisse nous fournir des termes analogues : l'*Orthis Actoniæ* Sow., que Sœmann et M. de Koenen signalent dans notre calcaire à *Hemicosmites*, l'*Orthis testudinaria*, qu'indique Sœmann, nous rappellent leur présence, certaine tout au moins pour la première, dans le calcaire de Rosan, à *Orthis* lui aussi, que M. Barrois nous montrait naguère. Aurions-nous à Cabrières son équivalent? et les conditions de son gisement dans l'Hérault ne seraient-elles pas de nature à dissiper définitivement tous les doutes sur celles de son gisement en Bretagne? »

M. **Hébert** ajoute, à l'appui de l'opinion exprimée par M. de Rouville, « que, d'après des échantillons qu'il a reçus de Cabrières, l'*Orthis Actoniæ* paraît être un des fossiles les plus abondants des couches dont l'âge est discuté. Or ce fossile est également l'une des espèces les plus communes dans les schistes à *Trinucleus* de Gembloux (Belgique), dont la position stratigraphique a été fixée par M. Gosselet, il y a déjà de longues années; les collections de la Sorbonne en possèdent de très bons spécimens, ce qui permet une détermination facile. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'hypérite d'Arvieu (Aveyron)*. Note de M. **J. Bergeron**, présentée par M. Fouqué.

« A deux kilomètres au sud du village d'Arvieu, dans la localité appelée Pantézac, s'élève un massif de serpentine ayant une direction sensiblement nord-sud. Dans la partie septentrionale de ce massif apparaît au jour, par une sorte de boutonnière, une roche constituée par une association d'hypersthène et de labrador : c'est une hypérite, suivant la définition donnée de cette dernière roche par M. Des Cloizeaux (1). M. Pisani (2), dans une étude qu'il a faite de cette hypérite, en a indiqué les caractères minéralogiques et chimiques : je n'y reviendrai donc pas; je désire seulement

(1) *Bull. Soc. géol. de Fr.*, 2e série, t. XXI, p. 105.
(2) *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 1419.

signaler quelques faits que l'étude microscopique de cette roche m'a permis de reconnaître [1].

» L'hypersthène, ainsi qu'on peut le voir à l'œil nu, est en cristaux assez volumineux, enchevêtrés les uns dans les autres. On y reconnaît des inclusions constituées par de petites lamelles couchées à plat dans les faces g^1; elles présentent une forme sensiblement rectangulaire, elles sont de couleur bronze, et le sens de leur plus grand allongement est parallèle soit à l'arête $h^1 g^1$, soit à l'arête pg^1. Parfois ces lamelles, de dimensions inégales, s'allongent dans ces deux sens et se superposent; alors les bords de ces inclusions semblent être dentelés. Leur épaisseur est si faible que leurs propriétés optiques ne sont plus sensibles. Avec aussi peu de données, il est impossible de dire à quel minéral il faut rapporter ces inclusions.

» D'autres inclusions, mais de plus grandes dimensions, se rencontrent encore dans les plages d'hypersthène. Elles ont des contours assez réguliers, mais peu nets; leur réfringence est un peu inférieure à celle de l'hypersthène, mais leur biréfringence est beaucoup plus grande, ce qui permet de les distinguer très facilement en lumière polarisée. Leurs caractères sont ceux du diallage. Celui-ci forme, avec l'hypersthène, des macles telles que la face g^1 de ce dernier minéral se trouve associée à la face h^1 du pyroxène. Ces macles ont été déjà signalées par M. Michel Lévy [2] dans une norite de la serrania de Ronda en Andalousie. Le diallage est criblé d'inclusions qui rappellent beaucoup celles déjà signalées dans l'hypersthène, mais elles ne présentent pas de formes régulières.

» Les grands cristaux d'hypersthène ont été brisés postérieurement à leur formation, et les interstices entre leurs fragments ont été remplis par des minéraux présentant la structure granulitique; ceux-ci forment de grandes traînées continues au milieu de plusieurs plages juxtaposées. Non seulement ces cristaux d'hypersthène ont été brisés, mais ils ont encore subi un mouvement de torsion. En effet, quand on suit une de ces cassures, les deux lèvres sont d'abord assez écartées l'une de l'autre pour que les minéraux à structure granulitique aient pu s'y injecter; puis elles se rapprochent de plus en plus, la cassure ne paraît plus que comme un trait; puis elle disparaît, et alors, dans son prolongement, il y a des jeux

---

(1) M. Michel Lévy a bien voulu m'aider de ses conseils dans cette étude; je suis heureux de pouvoir lui en exprimer tous mes remerciements.

(2) *Comptes rendus*, séance du 22 mars 1886.

de lumière qui indiquent que les fibres d'hypersthène ont encore subi dans cette partie de la plage un léger mouvement de torsion. Cette torsion est rendue très sensible lorsque la cassure a affecté une plage renfermant une inclusion de diallage : les deux parties de cette inclusion sont orientées de façon différente, ainsi que le prouve la différence constatée dans leurs extinctions.

» Les minéraux à structure granulitique qui ont été injectés dans la masse d'hypersthène ont dès contours arrondis et ne présentent plus de formes cristallines. Leurs dimensions sont toujours assez faibles. Les plus petits sont très biréfringents et appartiennent à du pyroxène; en l'absence de toute forme cristalline, il a fallu recourir pour leur détermination au comparateur de M. Michel Lévy. Ces grains de pyroxène sont groupés de préférence dans le voisinage des cristaux d'hypersthène; ils leur forment une sorte d'auréole qui les sépare des autres grains de dimensions plus grandes et qui appartiennent à du labrador. Parfois ce labrador constitue des plages assez grandes qui se sont formées postérieurement au groupement du pyroxène, car elles renferment de fines aiguilles d'actinote qui proviennent de l'ouralitisation du pyroxène.

» La structure de cette hypérite ne laisse aucun doute sur l'ordre dans lequel se sont produits les phénomènes par suite desquels cette roche s'est formée : les grands cristaux d'hypersthène forment le fond de la roche; par suite de mouvements mécaniques, ils ont été cassés. C'est alors que les éléments du pyroxène et du labrador ont été injectés dans la masse d'hypersthène et qu'ils ont dû y cristalliser rapidement à l'état grenu, d'abord le pyroxène, puis le labrador.

» Entre l'hypérite et la serpentine se voit une zone d'amphibolite d'une faible épaisseur. Cette roche est identique à celle que l'on rencontre à la partie supérieure des gneiss de la région et dont la serpentine semble provenir par altération. La constitution de ce massif montre que l'on a affaire à un pli anticlinal dont l'hypérite occupe la partie médiane.

» Il m'a été impossible de déterminer exactement l'âge de cette hypérite. Cependant, de sa position dans la partie médiane d'un pli anticlinal et de sa structure dont j'ai déjà parlé et qui indique que cette roche a subi une forte pression, on peut déduire que cette hypérite a été formée antérieurement à l'époque du plissement des amphibolites et de la serpentine, c'est-à-dire antérieurement à l'époque carbonifère. En effet, près de Najac, un filon d'orthophyre, dont l'âge est carbonifère, traverse un pli anticlinal

parallèle à celui de Pantézac, constitué de la même manière et qui doit être du même âge. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Tremblement de terre survenu au Mexique le 3 mai 1887*. Note de M. **Gaston Partiot**, présentée par M. Daubrée.

« Un violent tremblement de terre a récemment agité une partie du Mexique, ainsi que l'expose la Notice ci-jointe, écrite par un témoin oculaire, le Commissaire des douanes à la résidence de Babispe, province de Sonora :

» Le 3 mai 1887, à 3^h après midi, des secousses ont agité la ville de Babispe si violemment qu'en moins de trente secondes les maisons s'écroulèrent, ensevelissant leurs habitants, dont beaucoup se livraient en ce moment à la sieste. A travers des nuages de poussière on distinguait l'église complètement détruite. A la tête de mes employés je me rendis sur la place principale, d'où nous retirâmes 35 cadavres et 208 personnes blessées.

» Pendant qu'on travaillait à déblayer, les secousses se succédaient, plus ou moins fortes que la première, mais plus effrayantes encore, par suite de la surexcitation nerveuse de ces malheureux qui étaient affolés et croyaient assister à la fin du monde. Beaucoup d'entre eux seraient morts de faim si nous ne leur avions fait chercher des vivres dans les villages voisins. Nous leur fournîmes aussi de l'eau; car ils auraient préféré périr de soif plutôt que de s'approcher de la rivière. Sur les rives de celles-ci s'étaient en effet ouverts des gouffres d'une largeur de 2^m à 3^m et d'une profondeur inconnue, d'où il jaillissait de l'eau chaude, avec des *langues de feu* qui incendiaient les plantations voisines; les bois des montagnes du couchant de Babispe prirent feu immédiatement. En même temps l'eau de la rivière, dont le niveau s'était accru d'une manière notable, était devenue bourbeuse et presque bouillante.

» Le 5 mai, on a observé à la sierra de Piedras-Verdes, à 14 milles environ au sud-est de Babispe, une colonne épaisse de fumée, et des flammes, qui doivent être considérables pour qu'elles soient vues à une telle distance, font croire qu'un volcan s'est mis en éruption par suite du cataclysme de Babispe. »

» Depuis lors, d'autres tremblements de terre, plus ou moins forts, se sont fait sentir dans tout le territoire mexicain et jusque dans la capitale, qui est à plus de 3000^{km} de Babispe. »

M. A. **Leduc** demande l'ouverture d'un pli cacheté, qui a été déposé par lui le 9 mai 1887, et qui pourra fixer la date des premiers résultats

obtenus par lui, sur « la diminution de la conductibilité calorifique du bismuth placé dans un champ magnétique ».

Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient la Note suivante :

« Lorsque j'eus découvert l'augmentation si considérable de la résistance électrique du bismuth placé dans un champ magnétique, je fus conduit à penser que, s'il y avait quelque relation intime entre les conductibilités électriques et calorifiques, si les mécanismes de la transmission de la chaleur et de l'électricité présentaient quelque analogie, la conductibilité calorifique du bismuth devait être considérablement diminuée dans un champ magnétique. C'est ce dont je me suis assuré récemment, de la manière suivante :

» I. Un bâtonnet cylindrique de bismuth, assujetti à l'une de ses extrémités dans une étuve à vapeur d'eau, l'autre extrémité étant libre, est placé entre les pièces polaires de l'électro-aimant de Faraday, distantes d'environ $0^{m},012$. Un élément thermo-électrique est appliqué sur le barreau à $0^{m},05$ environ de sa sortie de l'étuve; ce couple est relié à un galvanomètre de Nobili, et sa force électromotrice, compensée par une fraction convenable d'un Daniell. L'aiguille du galvanomètre une fois amenée au zéro, je lance dans les bobines de l'électro-aimant un courant de 20 ampères (qui produit un champ d'environ 6000 C. G. S). L'aiguille du galvanomètre se déplace peu à peu et le sens de cette déviation montre que la température du point touché s'est abaissée.

» II. Deux fils de cuivre reliés au galvanomètre sont soudés au barreau de bismuth, l'un à $0^{m},01$, l'autre à $0^{m},35$ environ de la sortie de l'étuve, et constituent avec ce barreau un couple thermo-électrique. La différence des températures entre les soudures fait naître entre elles une différence de potentiel que l'on compense comme tout à l'heure. Si l'on établit le champ, cette différence et, par conséquent, la différence des températures se trouvent augmentées de plus de 10 pour 100.

» Ces deux expériences montrent que la conductibilité calorifique du bismuth est diminuée très notablement quand ce métal est placé dans un champ magnétique. »

M. P. Bidauld adresse, de Fleurieu-sur-Saône, une Note signalant la présence de pucerons sur quelques pieds de blé, semés accidentellement dans une vigne : la plupart des épis étaient desséchés ou atrophiés.

(Renvoi à l'examen de M. Duchartre.)

M. E. Maumené adresse une Note relative à l'action du chlore sur l'ammoniaque.

La séance est levée à 5 heures. L. P.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 25 juillet 1887.

Cours d'Analyse infinitésimale; par Ph. Gilbert. *Partie élémentaire*. Paris, Gauthier-Villars, 1887; in-8°.

Annales de l'Institut Pasteur : Des hématozoaires du paludisme; par A. Laveran; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Contribution à l'étude des corps étrangers de la face; par le Dr Bérenger-Féraud. Paris, Doin, 1887; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Étude sur la mort de Cléopâtre; par le Dr Viaud-Grand-Marais. Nantes, Vve Mellinet, 1887; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Les enfants nés avant terme. La couveuse et le gavage à la Maternité de Paris, par le Dr Paul Berthod. Paris, Doin, 1887; br. gr. in-8°.

Histoire des épidémies de l'arrondissement de Chaumont; par André Malaingre. Paris, A. Davy, 1887; br. gr. in-8°.

Matériaux pour l'histoire primitive et naturelle de l'homme; par E. Cartailhac et E. Chantre. Vol. XXI, 3e série, T. IV, 1887, juillet. Paris, Ch. Reinwald, 1887; br. in-8°.

Mémoire sur les signaux phoniques à la mer; par le capitaine T. Augé. Le Havre, 1887; br. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 11 juillet 1887.)

Page 123, ligne 2, *au lieu de* Bapeaume-les-Rosiers, *lisez* Bapeaume-les-Rouen.
» 5, » Dantu (Daubricourt de Steene, Nord), *lisez* Dantu-Daubricourt (de Steene, Nord).

Page 123, ligne 17, *après* lait de chaux, *ajouter* et à les traiter par une petite quantité de chlorure de chaux.

Page 123, ligne 32, *au lieu de* Busset, *lisez* Basset.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er AOUT 1887.

PRÉSIDENCE DE M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *Sur les mouvements oscillatoires subordonnés;* par M. DE JONQUIÈRES.

« A la suite de ma Communication du 4 juillet, concernant les mouvements simultanés de deux pendules suspendus bout à bout ([1]), notre savant Correspondant, M. le général Menabrea, a bien voulu me faire connaître un intéressant Mémoire présenté par lui à l'Académie de Turin, en 1854, sous le titre : *Études sur la théorie des vibrations,* où, reprenant avec des vues nouvelles ([2]) la théorie générale exposée par Lagrange au Tome I de la *Mécanique analytique,* il en fait (pages 30 et suivantes), parmi beau-

([1]) Voir les *Comptes rendus,* t. CV, p. 23 et 140.
([2]) Voir à ce sujet le § IV du Mémoire, p. 18.

coup d'autres, l'application au problème dont il s'agit, que Lagrange n'avait que très succinctement indiqué.

» Comme Lagrange, et ainsi que M. Resal l'a plus tard fait aussi de son côté en suivant une marche analogue et avec des résultats du même ordre, M. Menabrea suppose essentiellement (sans quoi les équations du mouvement ne seraient pas intégrables) non seulement que les deux pendules n'ont été, à l'instant initial, écartés que très peu de la position d'équilibre *stable* vers laquelle ils tendent sans cesse à revenir, mais encore qu'ils ne s'en éloignent jamais que *très peu* dans la suite du mouvement (p. 31), et, de la sorte, les équations sont notablement simplifiées.

» Dans la question présente, cette hypothèse préalable est admissible toutes les fois que la masse du pendule supérieur est la plus petite des deux, ou si, étant la plus grande, elle n'est pas trop prépondérante, c'est-à-dire si le rapport que j'ai appelé μ est < 1, ou même est < 10 *environ;* mais elle cesse de l'être lorsque μ excède cette limite. En effet, il arrive alors que les amplitudes du pendule inférieur, bien que très petites à l'origine du mouvement, s'accroissent bientôt et ne tardent pas à acquérir des valeurs d'autant plus grandes (30°, 40°, 50° et au delà) que μ est plus grand, en obéissant à la loi de périodicité alternée, indiquée au § III de ma Note précitée. Par suite, le phénomène ne demeure plus circonscrit dans les limites où l'analyse des savants auteurs espérait pouvoir le contenir, et il réclamait une étude particulière (jusqu'à nouvel ordre expérimentale) pour suppléer aux ressources de l'Analyse pure qui font alors en partie défaut, étude qui m'a permis d'approfondir la question dans ses affections les plus intimes.

» Je n'en ai pas moins été très satisfait de retrouver dans l'ancien et beau travail de M. Menabrea une confirmation, dans les conditions restreintes où il se place, de la deuxième conclusion du § II de ma Note, paragraphe où est établie, d'une manière générale, l'existence du mouvement caractéristique que j'ai appelé le *mouvement à contre* des deux pendules, qui peut, en effet, comme je l'ai dit, se produire seul dans certaines conditions, mais qui est le plus souvent superposé à l'autre mouvement composant que j'ai nommé le *mouvement d'ensemble* ([1]). J'ai, en outre, défini

---

([1]) Le passage du Mémoire du général Menabrea auquel je fais ici allusion est le suivant : « Si au contraire L' ou bien H' est nul, le point μ correspondant à p' ne sortira pas de la verticale et les deux pendules exécuteront des oscillations isochrones; mais, à cause que p'' est négatif, ils se trouveront toujours de côtés opposés de la verticale (voir p. 35). » C'est le cas, particulier, du 2° de mon § II.

dans tous les cas et exprimé avec une exactitude très satisfaisante les rythmes respectifs de ces deux mouvements par les formules (A) et (B), qui les mettent pratiquement en relief, en y ajoutant une troisième formule (P) concernant la loi des variations périodiques des amplitudes en fonction du rapport μ ([1]). Ce sont ces constatations et déterminations, nouvelles je crois, qui me paraissent donner quelque intérêt à ma Communication précitée, tant pour le problème posé en ces termes, que pour d'autres du même genre, par exemple pour celui du mouvement de la toupie dont le point pivote, avec frottement, sur la surface d'un support soumis lui-même à des oscillations pendulaires, lorsque la masse de ce support n'est pas assez grande pour le rendre insensible aux réactions nées du mouvement de la toupie, etc.

» Je termine en faisant hommage à l'Académie d'un exemplaire du *tirage à part* de ma Note précitée, où j'ai introduit quelques données numériques qui, faute d'espace, n'avaient pu trouver place dans les *Comptes rendus* de la séance du 4 juillet, et en exécutant ici même, sous ses yeux, les principales expériences dont j'ai eu l'honneur de lui donner la description. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les silicates de thorine.* Note de MM. L. Troost et L. Ouvrard.

« Nous avons vu que l'étude des phosphates doubles, formés par la thorine et la zircone avec l'acide phosphorique et la potasse ou la soude ([2]),

---

([1]) Cette formule (P) est la suivante : $P = 2\sqrt{\mu}$; elle fait connaître le nombre P des oscillations du pendule inférieur pour une valeur quelconque donnée de μ, lorsque le rapport λ des longueurs des deux pendules est égal à l'unité, et, comme je l'ai dit, ce nombre P est, pour chaque valeur de μ, un maximum relativement à λ regardé comme variable. J'ai ajouté que, dans cette dernière hypothèse, où μ est constant et λ variable, P varie *à la façon* de l'ordonnée de la *courbe en cloche* où l'on prendrait l'abscisse x égale à $\lambda + 1$, mais la fonction P serait mieux caractérisée encore, si l'on disait qu'elle ressemble à la *courbe des pressions* des gaz de la poudre dans l'âme d'une bouche à feu de longueur indéfinie, surtout si l'on y emploie ce qu'on appelle une *poudre lente*, car la courbe (P) part de l'origine ($\lambda = 0$), comme la courbe des pressions, s'élève rapidement vers son maximum ($\lambda = 1$), et redescend (pour $\lambda > 1$) vers l'axe des λ par une branche d'abord rapidement inclinée, mais qui devient bientôt (vers $\lambda = 1,4$) lentement asymptotique.

([2]) *Comptes rendus*, t. CII, p. 1422, et t. CV, p. 30.

ne fournissent aucun argument pour rapprocher la thorine de la zircone. Le pyrophosphate de soude, en particulier, donne avec la thorine des phosphates doubles qui n'ont ni la même forme cristalline, ni la même composition que ceux que l'on obtient avec la zircone.

» L'étude des combinaisons de la thorine avec la silice va nous montrer un composé dans lequel cette base paraît s'éloigner encore davantage de la zircone. Nous avons préparé les silicates de thorine en chauffant un mélange de silice et de thorine avec du chlorure de calcium, employé comme fondant. En variant les conditions de température, nous avons pu obtenir deux silicates de composition et de forme cristalline complètement différentes.

» 1° En opérant à une température très élevée, voisine du rouge blanc, nous avons eu une masse cristalline qui, après refroidissement lent, a été traitée par l'eau bouillante pour enlever l'excès de chlorure de calcium. Les acides étendus ont ensuite dissous les cristaux de wollastonite qui s'étaient formés et qui se distinguaient facilement du reste de la masse.

» Le résidu était composé de petits cristaux prismatiques, insolubles dans les acides, mais attaquables par le bisulfate de potasse.

» Ces cristaux sont à extinction longitudinale; ils appartiennent au système orthorhombique.

» Leur densité déterminée à 16° est 6,82.

» L'analyse a donné les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé
Silice	18,01	18,43
Thorine	81,80	81,57
	99,81	100,00

» Cette composition correspond à la formule $2ThO, SiO^2 (Th = 58,1)$ ou $Th'O^2, SiO^2 (Th' = 116,2)$. Il n'y a pas isomorphisme entre ce silicate de thorine et le zircon ZrO^2, SiO^2, mais la thorine peut y être regardée comme jouant le rôle d'un bioxyde.

» Cette conclusion reçoit un nouvel appui dans les expériences récentes de MM. Gerhard Krüss et L.-F. Nilson (¹) qui, en déterminant la densité de vapeur du chlorure de thorium, ont obtenu des nombres qui se rapprochent du chiffre correspondant à la formule $Th'Cl^2$ tout en y restant constamment inférieurs.

(¹) *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft,* t. XX; juin 1887.

» Les dernières expériences que nous avons exécutées par la méthode de M. Dumas pour reprendre cette détermination, qui présente des difficultés spéciales, par suite des propriétés hygrométriques du chlorure de thorium anhydre, nous ont également fourni des nombres plus élevés que ceux des premiers essais faits par une autre méthode.

» Dans ces dernières expériences, l'excès de poids du ballon à la fin de l'opération est toujours supérieur au poids du chlorure qui y est resté; il est égal à la somme du poids de ce chlorure (que l'analyse détermine) et d'un faible poids d'oxyde, variable avec la surface du chlorure solide employé et avec la quantité de vapeur d'eau qui existait dans l'air, au milieu duquel on a transvasé le chlorure avant l'opération. Cet oxyde est le produit de la décomposition d'une certaine quantité de chlorure de thorium par la vapeur d'eau absorbée par ce dernier, au moment de son transvasement au contact de l'air plus ou moins humide du laboratoire. L'acide chlorhydrique qui résulte de cette décomposition est mis en liberté avant la vaporisation du chlorure; il est chassé en grande partie du ballon avec l'azote au moment de la vaporisation, si le chlorure a été employé en quantité suffisante; par suite, il n'influe que très faiblement sur la valeur obtenue pour la densité de vapeur.

» Il n'en était pas de même dans les essais faits par la méthode plus rapide de M. V. Meyer; l'acide chlorhydrique mis en liberté et les vapeurs de chlorure non altéré contribuaient tous deux à déplacer l'azote que l'on recueillait; et, comme la décomposition de 2^{vol} de vapeur du chlorure $Th'Cl^2$ ($Th' = 116,2$) donne 8^{vol} de gaz acide chlorhydrique ($2HCl$), dont la densité est dix fois plus faible que celle du chlorure (1,247 au lieu de 12,96), il en résultait une diminution de la valeur à observer, d'autant plus notable, qu'on opérait nécessairement sur des poids relativement faibles de matière.

» 2° Si le premier silicate que nous venons de décrire peut fournir un argument pour donner à la thorine la formule d'un bioxyde, il n'en est plus de même du composé suivant :

» En opérant, non plus au rouge blanc, mais vers 1100°, on obtient un culot qui, refroidi lentement, est traité, comme dans le cas précédent, d'abord par l'eau bouillante, puis par les acides étendus. Il reste un mélange de cristaux transparents et de grains opaques. Ces cristaux sont inattaquables par les acides concentrés et par le bisulfate de potasse. Ce dernier réactif attaque lentement les grains opaques, qui deviennent plus faciles à éliminer par lévigation

» Un triage à la loupe est nécessaire pour isoler complètement les cristaux que l'on veut soumettre à l'analyse.

» Ces cristaux agissent énergiquement sur la lumière polarisée ; ils appartiennent au système triclinique ; l'angle d'extinction est d'environ 31°.

» Leur densité, prise à 25°, est 5,56.

» L'analyse a donné les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé.
Silice	29,61	31,00
Thorine	68,68	69,00
	98,29	100,00

» Cette composition correspond à un silicate de thorine ayant pour formule ThO, SiO^2 ($Th = 58,1$) ou $Th'O^2, 2SiO^2$ ($Th' = 116,2$).

» Le rapport de l'oxygène de l'acide à l'oxygène de la base est de 2 à 1, au lieu d'être de 2 à 2 comme dans le silicate de zircone.

» La composition et la forme cristalline de ce silicate de thorine tendent à éloigner cette base de la zircone, comme la composition et la forme cristalline du métaphosphate de thorine (1) l'éloignent de la silice dont on l'avait également rapprochée. »

CHIMIE. — *Nouvelles fluorescences, à raies spectrales bien définies.* Note de M. LECOQ DE BOISBAUDRAN.

« Presque toutes les fluorescences anciennement connues donnent des spectres composés de bandes plus ou moins larges et diffuses ; les principales exceptions à cette règle s'observent avec les composés aluminiques chromifères (rubis, spinelle, etc.), avec le sulfate d'yttria additionné de sulfate de $Z\alpha$ (2) et, à un moindre degré, avec le sulfate d'yttria chargé de sulfate de $Z\beta$ (3).

» Après avoir ajouté à cette courte liste la galline chromifère, qui donne une raie rouge nette (4), je demande à l'Académie la permission de décrire

(1) *Comptes rendus*, t. CI, p. 210.

(2) Cette composition donne une raie jaune, nette ; c'est la raie *citron* de M. Crookes.

(3) La bande verte du spectre de renversement de $Z\beta$ est alors remplacée par deux bandes plus étroites, qui pourraient à la rigueur prendre le nom de *raies*.

(4) *Comptes rendus*, p. 1584, 6 juin 1887.

quelques nouvelles fluorescences vraiment remarquables, tant par le nombre de leurs raies distinctes, que par les positions de celles-ci. Ces fluorescences, souvent très éclatantes, s'obtiennent en prenant comme matières actives les oxydes de Sm, Zα, Zβ et comme dissolvants solides l'alumine ou la galline. Je commencerai par l'alumine samarifère.

» *Alumine et samarine.* — De l'alumine (¹) contenant $\frac{1}{1200}$ de samarine est traitée par un petit excès d'acide sulfurique; on chasse l'acide et on calcine pendant une ou deux minutes à une température située entre les points de fusion de l'argent et du cuivre. Dans le vide, cette préparation montre très faiblement les bandes fluorescentes du Sm.

» Avec $\frac{1}{50}$ de samarine, la fluorescence, de teinte orangée, est un peu plus marquée, quoique encore faible. On aperçoit trois bandes dont les positions diffèrent peu de celles qu'occupent les bandes produites par le renversement de l'étincelle d'induction sur une solution de chlorure de samarium. La bande rouge est extrêmement faible, l'orangée, qui est la plus facilement visible, porte un maximum (ou raie très nébuleuse) tombant à peu près au milieu des deux maxima de la bande obtenue par renversement; enfin, la bande verte se distingue aisément, bien qu'elle soit moins lumineuse que l'orangée (²).

$Al^2O^3 + \frac{1}{50}Sm^2O^3$. *Modérément calciné.*

	Mon micromètre.	λ.	Observations.
Bande rouge.	»	»	Non mesurable, mais paraissant occuper la même position que dans le spectre de renversement.
Bande orangée.	Vers 93,72	»	Commencement.
	96,95	599,7	Raie très nébuleuse se projetant sur la bande.
	Vers 98,53	»	Fin.
Bande verte.	Vers 104,92	»	Commencement.
	Vers 107,92	563,6	Milieu apparent de l'ensemble
	Vers 110,92	»	Fin.

(¹) Alumine exempte de Cr et, par suite, ne donnant pas la fluorescence rouge.

(²) Des bandes aussi indécises et faibles sont très difficiles à mesurer exactement; les positions indiquées ici ne sont donc qu'*approchées*.

Sm^2Cl^6. *Solution aqueuse. Procédé de renversement.*

	Mon micromètre.	λ.	Observations.
Bande rouge. β_1.	Vers 86,32	643,4	Milieu.
Bande orangée. α.	94,32 env.	»	Commencement.
	95,12	»	Commencement de l'éclairage principal.
	96,09 env. [1]	602,8	Renforcement, ou raie *nébuleuse.*
	98,09	595,7	Renforcement plus marqué que le précédent.
	99,52	»	Fin de l'éclairage principal.
	Vers 100,32	»	Fin.
Bande verte. β_2.	Vers 105,12	»	Commencement.
	Vers 106,87	»	Commencement de l'éclairage principal.
	109,02 env.	»	Milieu du maximum de lumière.
	111,12 env.	»	Fin.

» De l'alumine contenant $\frac{1}{1200}$ de samarine donne, après énergique calcination au chalumeau à gaz, une fort belle fluorescence orangée, qui est encore plus brillante avec $\frac{1}{50}$ de samarine. Le spectre se compose principalement de raies presque étroites, ou un peu nébuleuses, qui forment trois groupes correspondant respectivement à chacune des trois bandes diffuses ci-dessus décrites, tout en étant moins réfrangibles. En chauffant le tube au vide avec une lampe à alcool, on affaiblit beaucoup la fluorescence.

$Al^2O^3 + \frac{1}{50}Sm^2O^3$. *Très fortement calciné* [2].

Mon micromètre.	λ.	Observations.
80,03 environ.	674,6	*Nébuleuse.* Très faible. Paraît être double.
η 82,65	661,4	Intensité assez modérée.
84,88	650,5	Faible. Beaucoup plus faible que η 82,65.
87,57	637,9	Faible. Très légèrement plus marquée que 84,88.
ε 90,54	625,3	Un peu nébuleuse, ou nébuleuse. Assez bien marquée.

---

(1) La moyenne entre les deux renforcements est $\lambda = 599,25$ environ.

(2) Les présentes positions des raies sont celles qui résultent d'une première série de mesures ne paraissant pas être trop inexactes; elles ne doivent cependant être considérées que comme *positions approchées provisoires.*

Mon micromètre.	λ.	Observations.
91,22	622,4	Assez faible relativement au fond un peu éclairé du spectre. Un peu liée à la précédente.
α 91,96	619,3	Presque étroite. Beaucoup plus forte que ε 90,54.
(γ?) β 94,13	610,3	Un peu nébuleuse. Plus faible que α 91,96, mais plus forte que ε 90,54.
96,99	599,6	Assez faible. Nébuleuse.
99,75	590,1	Intensité modérée. Légèrement plus marquée que 96,99.
101,10	585,5	Faible, mais peu large.
δ 102,23	581,6	Légèrement plus faible que ε 90,54, mais bien moins nébuleuse.
(β?) γ 105,05	572,5	Presque étroite. Sensiblement plus forte que δ 102,23 et même légèrement plus forte que β 94,13 dans certains cas.
ζ 108,05	563,5	Nébuleuse. Sensiblement plus faible que δ 102,23.
111,01	554,8	Nébuleuse. Très faible.

» L'effet de l'application préalable d'une très haute température est donc le même sur l'alumine chromifère et sur l'alumine samarifère; il y a énorme augmentation d'éclat, production de raies étroites, ou presque étroites, et marche des maxima de lumière vers le rouge. »

CHIMIE. — *Fluorescence du spinelle*. Note de M. **Lecoq de Boisbaudran**.

« Les spinelles naturels donnent une fluorescence rouge dont le spectre a été autrefois soigneusement décrit par M. Edm. Becquerel (¹); la plupart des cristaux s'éclairent en rouge dans le tube au vide, mais chez quelques-uns cette couleur s'affaiblit et la teinte devient verdâtre. On voit alors au spectroscope une bande rouge et une bande verte plus marquée.

» Si l'on calcine fortement un mélange intime d'alumine purifiée (exempte de chrome) et de magnésie, on obtient un sable fin formé de spinelle qui ne donne pas de rouge, mais fluoresce en vert, assez peu lu-

(1) *La Lumière*, t. I, *fig.* 39.

mineux, se résolvant au spectroscope en une bande verte semblable à celle des spinelles naturels (¹).

» En faisant entrer $\frac{1}{1000}$ de MnO dans la composition du spinelle artificiel, la fluorescence, d'un vert superbe, donne la même bande verte, mais considérablement plus intense.

» Si, au lieu de manganèse, on introduit $\frac{1}{100}$ d'oxyde de chrome, il se développe une magnifique fluorescence rouge, présentant les caractères de celle des spinelles naturels ordinaires.

» Ainsi, la fluorescence rouge des spinelles est due au chrome et leur fluorescence verte au manganèse. »

M. l'amiral **Paris**, en signalant à l'Académie un Mémoire de M. le vice-amiral *Cloué*, sur le « filage de l'huile », présente à ce sujet les observations suivantes :

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le Mémoire de M. le vice-amiral Cloué sur le *filage de l'huile*, expression usitée pour le procédé qu'il propose pour apaiser les flots d'une mer agitée. L'amiral cite tellement de faits et montre une telle conviction dans l'effet si remarquable de l'huile répandue à la surface d'une grosse mer, que l'on ne peut s'empêcher de prendre ses propositions en sérieuse considération.

» Mais la nature et l'importance des propositions de l'amiral Cloué me font penser qu'il serait très utile de profiter de l'entente générale pour les questions de Physique, entente qui est un des faits remarquables de notre époque, et à laquelle on doit des progrès aussi rapides qu'importants. Les peuples mesurent, à bien dire, la Terre en commun, par suite de l'Association géodésique; ils étudient de même les variations de notre atmosphère et bien d'autres questions naturelles. Est-ce que, pour un procédé extraordinaire, destiné à donner des sécurités inconnues à la navigation, il n'y aurait pas lieu de procéder d'une manière analogue?

» Ainsi, un navire ne pourrait-il pas être mis à la disposition de

(¹) La fluorescence montre que la magnésie employée contient encore quelques légères traces de Mn; réduite en sulfate, cette magnésie donne un faible rose, ce qui conduit à la même conclusion. D'après son mode de préparation, l'alumine contenait peut-être des traces d'alcali dont la présence pourrait avoir favorisé la formation du vert, mais ne l'aurait point produit en l'absence de manganèse.

M. l'amiral Cloué, au mois de décembre ou de janvier prochain? Ce serait, pour la Marine, une dépense de matières consommables, et la question pourrait être étudiée à fond par l'amiral. Mais, en outre, s'il a été utile de réunir les géodésiens et bien d'autres professions savantes, ne le serait-il pas de convoquer des marins de tous les pays, qu'ils appartiennent à l'État, à des Compagnies, ou qu'ils commandent des navires de commerce? Le mérite est le même pour tous et tous sont intéressés aux grandes questions de la navigation. Ce seraient quelques frais de table, pour leur séjour à bord. On hâterait ainsi beaucoup la solution de ce problème si singulier; car, pour faire adopter un tel procédé, il ne suffit pas de savoir que l'huile répandue à la surface des flots en égalise les aspérités et les bouillonnements, il faut connaître les qualités préférables, les meilleurs procédés pour répandre à la surface, et les quantités nécessaires, suivant la force des vagues et la grandeur des navires. Bref, je crois que, pour entraîner la conviction nécessaire, il ne faudrait pas se borner à dire : voilà une chose utile, employez-la. Il faut ajouter : voici la meilleure manière de s'en servir, ce qu'elle coûte et ce qu'elle produit. On ne met pas un fusil dans les mains d'un conscrit sans lui montrer l'exercice et la valeur de son engin. Il faut ajouter que de telles expériences doivent être faites avec soin, pour que quelques heures servent de base à un usage général et prolongé. De plus, les circonstances de mer doivent être soigneusement appréciées; car si, au lieu d'opérer pendant que le vent a conservé sa force, on le fait au moment où il vient de s'apaiser, c'est la nature qui agit au lieu du procédé. Ainsi le calme du vent se fait presque subitement après la renverse de nord-ouest qui termine souvent les longs coups de vent de sud-ouest.

» Qu'on me pardonne d'émettre personnellement ces idées; mais elles me semblent naturelles et elles sont basées sur le désir de voir réussir au plus tôt et complètement les idées émises par un officier de Marine tel que M. l'amiral Cloué. »

(Cette Note de M. l'amiral Pâris sera transmise à M. le Ministre de la Marine.)

MÉMOIRES LUS.

MINÉRALOGIE. — *Présence de l'albite en cristaux, ainsi que de l'apatite et de la schéelite, dans les filons aurifères de Morro-Velho, province de Minas-Geraes (Brésil)*; par **Dom Pedro Augusto de Saxe-Cobourg-Gotha.**

« Des silicates anhydres et cristallisés sont très rarement associés aux minéraux constitutifs des filons métallifères. Aussi je crois devoir signaler la présence de l'albite en cristaux dans les filons aurifères de Morro-Velho.

» Je possédais depuis longtemps, dans ma collection, des échantillons de chaux carbonatée ferrifère et de fer spathique, provenant de Morro-Velho. Je n'ai pas tardé à remarquer la présence de cristaux doués d'une grande transparence et parfois d'un blanc laiteux, qui me semblaient appartenir à un minéral tout à fait indépendant des deux carbonates dont j'ai parlé plus haut. Au premier abord, j'ai cru me trouver en présence de cristaux tabulaires de barytine. L'essai au chalumeau m'a fait voir qu'il n'en était pas ainsi.

» J'ai alors mesuré les angles $\left(pa^{\frac{1}{2}}\right)$ et (pa^1) et j'ai trouvé 97°64′ pour le premier et 127°43′ pour le second. Ce ne pouvait donc être que de l'albite, non seulement à cause du résultat de cette mesure, mais aussi parce que les cristaux sont des prismes doublement obliques, souvent maclés et donnant l'angle rentrant ou gouttière, caractéristique de ce minéral. Ils ressemblent beaucoup aux beaux cristaux que le Tyrol fournit aux collections. Ayant envoyé quelques petits fragments à M. H. Gorceix, directeur de l'École des Mines d'Ouro-Preto, il a confirmé ma détermination, en ajoutant qu'il se rappelait avoir trouvé la même substance, en très petits cristaux, aux mines de Passagem, dans la province de Minas-Geraes.

» Les cristaux de Morro-Velho sont d'une beauté exceptionnelle et quelques-uns dépassent la dimension de $0^m,05$.

» A raison de l'intérêt que présente la formation de l'albite dans de telles conditions, je crois devoir signaler, en outre, les relations de ce minéral avec ceux qui l'accompagnent.

» Dans l'un des échantillons que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, des cristaux d'albite, dans leur état incolore et transparent habituel,

se sont déposés sur de gros cristaux de pyrrhotine, lorsque, sans aucun doute, ceux-ci étaient déjà formés.

» Sur un autre, au contraire, des cristaux d'albite non moins nets sont recouverts et comme saupoudrés de petits cristaux de pyrrhotine qui, toutefois, se sont précipités avec une préférence marquée sur des cristaux de calcite.

» La schéelite en gros cristaux octaédriques, très remarquables par une couleur rouge rappelant celle du grenat essonite, couleur qui, je crois, n'a pas encore été signalée pour cette substance, s'est trouvée aussi à Morro-Velho. Cette coloration peut être due soit à l'acide vanadique, soit à l'acide chromique.

» De l'apatite incolore et en gros cristaux lui est associée. Ci-jointe l'indication de la mesure des angles. Les faces b^2 de Miller sont excessivement développées.

Observé par M. Des Cloizeaux au goniomètre d'application.	Calculé d'après Miller.
$mm = 120°$	$aa = 120°$
$mh^1 = 150°$	$ab = 150°$
$mb^2 = 113°15'$	$ai = 112°55'$
$mb^1 = 130°$	$ax = 130°12'$
$b^2b^2 = 156°30$	$ii = 157°33$
$a^2a^1 = 161°$	$er = 160°32'$

» On sait que l'apatite est rare dans les filons métallifères, à part ceux qui contiennent le minerai d'étain.

» Ainsi les filons d'or de Morro-Velho sont remarquables dans leur constitution minéralogique, non seulement parce qu'ils offrent les plus beaux cristaux connus de pyrite magnétique, mais aussi par la présence de la schéelite et de l'apatite. De plus, ils sont du très petit nombre des filons métallifères proprement dits qui contiennent des silicates anhydres. Ils se rapprochent donc, par ces caractères, des filons titanifères des Alpes, et surtout des filons d'étain où se trouvent la tourmaline et la topaze, ainsi que ceux d'émeraude de Muso.

» La présence de silicates anhydres n'exclut aucunement l'intervention des sources thermales dans les filons dont il s'agit. Leur association avec la pyrrhotine et la calcite est même un des meilleurs arguments en faveur de cette intervention. On sait d'ailleurs qu'on est parvenu à produire expérimentalement des silicates anhydres dans l'eau surchauffée. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. H. Parenty adresse, par l'entremise de M. *Haton de la Goupillière*, un « Mémoire sur le compteur de vapeur et fluides à hautes pressions ».

(Commissaires : MM. Resal, Lévy, Haton de la Goupillière.)

M. B. Pradines adresse un Mémoire relatif à certaines relations entre les chaleurs spécifiques des corps et leurs densités.

(Renvoi à l'examen de M. Cornu.)

M. A. Ducat adresse une Note relative à l'extraction possible du sucre de topinambour, pour remplacer le sucre de betterave.

(Renvoi à l'examen de M. Peligot.)

M. C. Bedel du Tertre adresse un Mémoire relatif aux moyens les plus propres à éviter les abordages en mer.

(Renvoi à la Commission nommée pour cette question.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel présente à l'Académie, de la part de Mme Vve *Th. Oppolzer*, une médaille frappée à Vienne, en mémoire de notre illustre et regretté Correspondant.

M. A.-F. Marion, nommé Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, adresse ses remerciements à l'Académie.

M. Scacchi, nommé Correspondant pour la Section de Minéralogie, adresse ses remerciements à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un nouveau Volume du « Cours d'Analyse de l'École Polytechnique, par M. *C. Jordan;* Tome III : Calcul intégral, Équations différentielles ».

2° La « Climatologie de la ville de Fécamp; ses rapports avec la météorologie du département de la Seine-Inférieure; par MM. *Charles* et *Eugène Marchand*. (Présenté par M. Hervé Mangon.)

3° Le Compte rendu de la quinzième session de l'Association française pour l'avancement des Sciences, tenue à Nancy, en 1886; IIe Partie : Notes et Mémoires. (Présenté par M. Friedel.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes cubiques Cremona d'ordre fini.* Note de M. **Léon Autonne**, présentée par M. Jordan.

« Je me suis déjà occupé (*Comptes rendus,* 20 octobre 1884 et 6 juillet 1885; *Journal de Mathématiques,* 1886) des *groupes cubiques Cremona,* c'est-à-dire des groupes formés de substitutions birationnelles

$$\left| z_i \quad \varphi_i\binom{n}{z} \right|, \qquad i=1, 2, 3,$$

la *dimension n* de la substitution étant un entier positif, au plus égal à trois. Si $n=3$, toutes les cubiques du réseau, représenté en coordonnées homogènes z_i, par

$$\sum_i u_i \varphi_i = 0, \qquad u_i = \text{const. arbitraire},$$

ont, comme on sait, un même point double fixe, ou *pôle,* et quatre points d'intersection fixes ou *fondamentaux*.

» Dans toutes mes recherches précédentes, j'ai supposé expressément : 1° qu'il n'existait pas de points fondamentaux ou de pôles infiniment voisins les uns des autres; 2° que le groupe était *monopolaire,* c'est-à-dire que toutes les substitutions cubiques du groupe avaient même pôle. Je me propose actuellement d'étendre les résultats déjà obtenus, en m'affranchissant de la première des deux restrictions précédentes, autrement dit de considérer les groupes cubiques Cremona monopolaires dans toute leur généralité.

» Voici les principales propositions de la théorie :

» Théorème I. — *Tout groupe cubique Cremona monopolaire est composé de substitutions de la forme*

$$R = \begin{vmatrix} z_1 & (p_{11}z_1 + p_{12}z_2)(a_{n-2}z_3 + a_{n-1}) \\ z_2 & (p_{21}z_1 + p_{22}z_2)(a_{n-2}z_3 + a_{n-1}) \\ z_3 & A_{n-1}z_3 + A_n \end{vmatrix}, \quad n = 1, 2 \text{ ou } 3,$$

où les p sont des constantes de déterminant $\neq 0$, *les a et les* A *des formes binaires en* z_1 *et* z_2 *d'ordre égal à l'indice et identiquement nulles pour un indice négatif.*

» Quoique la dimension n ne dépasse pas trois dans un groupe cubique, les propriétés des substitutions telles que R, ou *tautopolaires,* et celles des groupes *tautopolaires,* formés par ces substitutions, sont indépendantes de la grandeur de l'entier positif n. Ces propriétés sont données par la proposition suivante :

» Théorème II. — *Tout groupe tautopolaire* G, *dérivé de substitutions* R, *où n est un entier positif quelconque, est isomorphe au groupe* Σ *dérivé des substitutions linéaires binaires*

$$\begin{vmatrix} z_1 & p_{11}z_1 + p_{12}z_2 \\ z_2 & p_{21}z_1 + p_{22}z_2 \end{vmatrix},$$

et à a substitution unité de Σ *correspond dans* G *le groupe* normal Γ, *dérivé des substitutions* normales

$$\begin{vmatrix} z_1 & z_1(b_{n-2}z_3 + b_{n-1}) \\ z_2 & z_2(b_{n-2}z_3 + b_{n-1}) \\ z_3 & B_{n-1}z_3 + B_n \end{vmatrix},$$

où b, B *désignent des formes binaires en* z_1, z_2 *d'ordre égal à l'indice.* Γ *est holoédriquement isomorphe au groupe linéaire binaire* γ, *dérivé des substitutions*

$$\begin{vmatrix} t_1 & B_{n-1}t_1 + B_n t_2 \\ t_2 & b_{n-2}t_1 + b_{n-1}t_2 \end{vmatrix},$$

où il faut considérer z_1 *et* z_2 *comme constantes.*

» Pour que G soit d'ordre fini, il faut et il suffit que Σ et Γ soient d'ordre

fini; γ doit donc être aussi d'ordre fini *pour* z_1 *et* z_2 *quelconques*. Σ et γ peuvent se construire à l'aide des théories connues sur les groupes linéaires binaires d'ordre fini.

» Ce théorème est le développement d'une proposition donnée dans la Communication du 6 juillet 1885, mais nous trouvons actuellement une bien plus grande variété de groupes normaux.

» Tout groupe Γ normal et d'ordre fini Ω appartient à l'un des types ci-dessous, où les a et les b ont la même signification que précédemment.

» *Premier type* : $\Omega = 4$. — Γ est dérivé des deux substitutions

$$A = \begin{vmatrix} z_1 & z_1(a_{m-2}z_3 + a_{m-1}) \\ z_2 & z_2(a_{m-2}z_3 + a_{m-1}) \\ z_3 & -(a_{m-1}z_3 + a_m) \end{vmatrix}, \qquad B = \begin{vmatrix} z_1 & z_1(b_{n-2}z_3 + \ldots) \\ z_2 & z_2(b_{n-2}z_3 + \ldots) \\ z_3 & -(b_{n-1}z_3 + \ldots) \end{vmatrix},$$

$$2a_{m-1}b_{n-1} = a_m b_{n-2} + b_n a_{m-2},$$

$$A^2 = B^2 = 1, \qquad AB = BA.$$

A ou B peuvent manquer et Ω se réduire à 2.

» Les autres groupes normaux s'obtiennent en transformant par une substitution tautopolaire E, convenablement choisie, l'un des groupes suivants :

» *Deuxième type* : $\Omega = 2\lambda$. — Γ dérive de

$$A = \begin{vmatrix} z_1 & z_1 \\ z_2 & z_3 \\ z_3 & \tau z_3 \end{vmatrix}, \qquad B = \begin{vmatrix} z_1 & z_1 z_3 b_{p-2} \\ z_2 & z_2 z_3 b_{p-2} \\ z_3 & b_p \end{vmatrix},$$

$$\tau^\lambda = 1, \qquad B^2 = 1, \qquad B^{-1}AB = B^{-1}.$$

B peut manquer et Ω se réduire à λ.

» *Troisième type* : $\Omega = 24$. — γ octaédrique; Γ dérive de

$$D = \begin{vmatrix} z_1 & z_1 \\ z_2 & z_2 \\ z_3 & iz_3 \end{vmatrix}, \quad i^4 = 1, \qquad B = \begin{vmatrix} z_1 & z_1 z_3 b_{p-1}^2 \\ z_2 & z_2 z_3 b_{p-1}^2 \\ z_3 & b_p^2 \end{vmatrix}$$

et

$$C = \begin{vmatrix} z_1 & iz_1 b_{p-1}(b_{p-1}z_3 + b_p) \\ z_2 & iz_2 b_{p-1}(b_{p-1}z_3 + b_p) \\ z_3 & b_p(b_{p-1}z_3 - b_p) \end{vmatrix}.$$

» Les puissances impaires de D peuvent manquer, γ devenir tétraédrique et Ω se réduire à 12.

» *Quatrième type :* $\Omega = 60$. — γ icosaédrique; Γ dérive de

$$A = \begin{vmatrix} z_1 & z_1 \\ z_2 & z_2 \\ z_3 & \tau z_3 \end{vmatrix}, \quad \tau^5 = 1, \qquad B = \begin{vmatrix} z_1 & z_1 z_3 b_{p-1}^2 \\ z_2 & z_2 z_3 b_{p-1}^2 \\ z_3 & b_p^2 \end{vmatrix}$$

et

$$C = \begin{vmatrix} z_1 & z_1 b_{p-1}(b_{p-1} z_3 + \Lambda b_p) \\ z_2 & z_2 b_{p-1}(b_{p-1} z_3 + \Lambda b_p) \\ z_3 & -b_p(\Lambda b_{p-1} z_3 + b_p) \end{vmatrix}, \quad \Lambda = \frac{1}{\tau^{-1} - \tau}.$$

» Les groupes normaux que j'ai donnés précédemment sont tous contenus dans le premier type actuel.

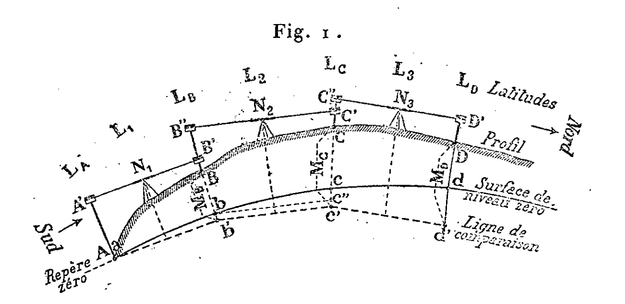
» Si G est cubique, Γ l'est aussi; il faut donc déterminer les coefficients des formes a et b et la substitution E, de façon que la dimension d'aucune substitution ne dépasse trois. Ce sera l'objet d'une communication ultérieure. »

TOPOGRAPHIE. — *Sur les nivellements de précision.* Mémoire de M. le colonel **Goulier**, présenté par M. F. Perrier. (Extrait par l'auteur.)

§ Ier. — *Corrections orthométriques.*

« Dans le nivellement géométrique représenté par la *fig.* 1, on considère habituellement comme égales les distances A′*a*, B′*b*, comprises entre

Fig. 1.



les points de mire et la surface de niveau zéro. En général, cette égalité n'existe pas, puisqu'on démontre, en Mécanique, que les écartements de deux surfaces de niveau telles que *ab* et A′B′ varient, aux points *a* et *b*,

en raison inverse des intensités de la pesanteur en ces points, intensités qui, on le sait, vont en augmentant depuis l'équateur jusqu'aux pôles de la Terre. Il résulte de l'inégalité de ces deux longueurs $A'a$ et $B'b$ que l'altitude calculée pour le point B exprime, non pas, comme on le croit généralement, la *distance* Bb du point B à la surface du niveau zéro, mais bien la distance Bb' du même point à l'extrémité d'une droite ab', parallèle et sensiblement égale à $A'B'$. On commet donc, sur l'altitude cherchée, une erreur bb'.

» En raisonnant de même pour la seconde nivelée, on voit que l'on y commet une erreur partielle cc'' et que, par suite, l'altitude calculée pour le point C est affectée d'une erreur cc' égale à la somme des erreurs partielles, bb' et cc'', des deux nivelées consécutives, et ainsi de suite.

» Or, en partant du principe rappelé ci-dessus, que les écartements aA' et bB' sont en raison inverse des intensités de la pesanteur en a et en b, et de la formule de Clairaut $g' = g(1 - \alpha\cos 2L)$, expression dans laquelle α est un coefficient que l'on regarde comme constant, g' et g sont les intensités de la pesanteur au niveau de la mer, respectivement aux points dont les latitudes sont L et 45°, on trouve facilement les formules suivantes :

$$\Delta K = -\frac{2\alpha}{R}\frac{\sin 2L}{1-\alpha\cos 2L}\,p\left(\frac{M'+M''}{2}+1^{m},50\right) \text{ (1)}$$

et

$$K_N = \Sigma_A^N \Delta K,$$

expressions dans lesquelles on a

ΔK = correction partielle (bb', cc'', ...) de chaque nivelée,
K_N = somme de ces corrections de A à N,
R = rayon de courbure moyen du méridien,
p = longueur de la projection, sur le plan méridien, de la distance horizontale de deux points consécutifs,
M' et M'' = les altitudes brutes de ces deux points.

» Nous ne pouvons pas expliquer ici comment on simplifie cette formule, ni par quels artifices numériques et graphiques on peut en faciliter l'application; contentons-nous de faire remarquer que, dans la valeur de ΔK,

---

(1) Si l'on supprime, dans cette formule, des quantités habituellement négligeables, on la transforme dans celle que M. Wittstein a donnée dans les *Astronomische Nachrichten* de 1873, n° 1939.

sauf p et $\frac{M' + M''}{2}$, les autres quantités sont, ou constantes ou peu variables, et que, pour conclure des altitudes d'un nivellement calculées à la manière ordinaire, altitudes que nous appellerons *brutes* ou *métriques*, des nombres exprimant les distances des repères à la surface de niveau zéro, distances que nous appellerons *altitudes orthométriques*, il suffira d'ajouter aux premières les corrections orthométriques K_N, puis que, pour obtenir celles-ci, au lieu de faire, comme on vient de le supposer, des calculs se rapportant à chacune des nivelées successives, on peut, comme cela a été fait pour le nivellement de Bourdalouë, se contenter d'opérer par sections de 10^{km} à 30^{km}.

» Ces corrections, qui, toutes choses égales d'ailleurs, sont proportionnelles aux altitudes $\frac{M' + M''}{2}$, sont souvent négligeables; mais parfois leurs valeurs dépassent de beaucoup l'effet des erreurs accidentelles des opérations. Ainsi, tandis que, pour un cheminement allant de Marseille à Dunkerque, en passant par les régions basses de l'ouest de la France, la correction totale est de $-0^m,02$, elle est de $-0^m,31$ pour un second cheminement réunissant ces deux villes, en passant par les régions montagneuses de l'est (c'est, en France, le maximum des corrections de cheminement partant de Marseille). Pour le polygone formé de ces deux cheminements, la partie de l'erreur de fermeture qui provient des erreurs orthométriques est donc $0^m,29$. Or, pour le nivellement de Bourdalouë *revisé*, l'erreur de fermeture brute (la somme algébrique des différences de niveau de ce polygone) est $0^m,47$. Après corrections orthométriques, cette erreur de fermeture se réduit à $0^m,18$. Par conséquent, pour le polygone considéré (développement, 4464^{km}), l'emploi des corrections orthométriques diminue l'erreur de fermeture dans la proportion de 5 à 2. Cet emploi diminuerait l'erreur dans le rapport de 5 à 1 pour des opérations faites avec le degré d'exactitude que l'on sait actuellement atteindre dans les nivellements de précision.

» L'avantage est moindre pour des polygones ordinaires. Ainsi, pour des cheminements du nivellement de Bourdalouë, ayant un développement de $28\,153^{km}$, les erreurs kilométriques probables, conclues des erreurs de fermeture de quarante-cinq polygones, ont été trouvées : de $2^{mm},9$ pour les altitudes métriques ou brutes, et de $2^{mm},4$ seulement pour les altitudes orthométriques. L'avantage des corrections orthométriques est ici encore assez marqué, et le calcul de ces corrections peut être rendu assez rapide

pour qu'ou ne doive pas hésiter à les faire subir à tous les repères d'un nivellement primordial.

» Pour obtenir la formule des corrections orthométriques, on est parti de la formule de Clairaut qui a été établie dans l'hypothèse de la *fluidité de la Terre* et qui, par suite, exprime les variations de la pesanteur sur l'ellipsoïde terrestre; on pourrait être tenté d'en conclure que les altitudes orthométriques ont pour surface de comparaison cet ellipsoïde. Cette conclusion serait erronée; car, dans les raisonnements, on n'a considéré que la vraie surface de niveau zéro, que certains savants appellent le *géoïde*, et qui est l'ellipsoïde plus ou moins déformé par des attractions locales ou par la variété des densités des matières qui constituent la croûte terrestre. Ce géoïde est d'ailleurs plus éloigné du centre de la Terre sous les continents; il est plus rapproché sous les mers. Il résulte de ces irrégularités que les intensités de la pesanteur, qui entrent implicitement dans la formule des corrections orthométriques et, par suite, ces corrections elles-mêmes sont entachées d'erreurs. Toutefois, un examen détaillé de la question a montré que ces erreurs doivent le plus souvent se noyer dans celles qui proviennent des opérations faites sur le terrain. Par suite, à l'inverse de ce qui a lieu pour les altitudes métriques, et de ce que nous avons montré pour celles des deux cheminements reliant Dunkerque à Marseille, tous ceux des cheminements qui, partant du repère zéro, aboutiront à un même point N, donneront pour ce point des altitudes orthométriques dont les discordances seront de l'importance des erreurs dues aux opérations. »

ÉLASTICITÉ. — *Sur la détermination du coefficient d'élasticité de l'acier.* Note de M. E. **Mercadier**, présentée par M. Sarrau.

« Dans une Communication récente faite à l'Académie (voir *Comptes rendus*, t. CV, p. 215), j'ai trouvé, en me servant des vibrations transversales de disques circulaires, que le coefficient d'élasticité de l'acier fondu était égal à 20608.

» Cette détermination peut se faire d'une manière plus simple en utilisant les vibrations transversales de lames rectangulaires dont le nombre n est donné par la formule

$$(1) \qquad n = \frac{\lambda'^2}{4\pi\sqrt{3}}\sqrt{\frac{gq'}{d}}\,\frac{e}{l^2},$$

dans laquelle e représente l'épaisseur, l la longueur, q' le coefficient d'élasticité, d le poids spécifique, λ' la plus petite racine de l'équation

$$(e^{\lambda}+e^{-\lambda})\cos\lambda - 2 = 0,$$

égale à 4,745.

» J'ai montré précédemment l'exactitude de cette formule. On en déduit

$$(2) \qquad q' = 48\,\frac{n^2\pi^2 l^4 d}{e^2\lambda'^4 g}.$$

» Les avantages de l'emploi de cette formule sur celle qui est relative aux disques circulaires sont : 1° qu'elle ne dépend pas, au moins directement, du rapport $\frac{\lambda}{\mu}$ des constantes d'élasticité; 2° qu'elle permet de prendre une masse d'épaisseur assez grande pour rendre négligeables les défauts d'homogénéité du métal, tout en lui donnant une longueur telle que le nombre des vibrations soit assez petit pour pouvoir être déterminé avec beaucoup d'exactitude.

» J'ai pris une lame *du même acier* que celui dans lequel avaient été découpés les disques qui ont servi à la détermination du coefficient 20608, et dont les dimensions sont : $l = 678^{mm}$, $e = 11^{mm},55$, $d = 0,00000782$ (poids en kilogrammes de 1^{mmc}), nombre déterminé précédemment *par l'expérience*.

» La largeur, qui n'entre pas dans la formule, est de 109^{mm}, de sorte qu'on opère ainsi sur une masse d'acier pesant $6^{kg},690$ environ et dont la densité *calculée* est 7,83.

» Le nombre de vibrations complètes n se détermine très aisément et très exactement en posant la lame sur deux supports rectilignes, placés perpendiculairement à la longueur, aux points où se trouvent les deux lignes nodales caractéristiques du son fondamental de la lame vibrant librement, c'est-à-dire aux 0,22 de la longueur à partir des extrémités. On place un électro-aimant au-dessous et au centre de la lame; un style en acier est fixé à l'une des extrémités au-dessus d'une plaque interruptrice de platine; dans le circuit d'un élément de pile se trouvent la plaque interruptrice, le style, la lame d'acier et un petit électro-aimant à armature très légère dont l'axe porte un autre style destiné à inscrire ses mouvements sur le cylindre enfumé d'un chronographe à côté de celui d'un diapason d'environ 100 vibrations complètes. Les vibrations de la lame sont ainsi entretenues électriquement, inscrites sur le chronographe et

évaluées avec une grande exactitude par comparaison avec celles du diapason étalonné d'avance avec soin.

» J'ai trouvé ainsi $n = 133,28$. On comprend, d'après la petitesse de ce nombre, que l'entretien électrique de la lame et l'inscription de ses vibrations s'effectuent sans aucune difficulté.

» Toutes les quantités qui entrent dans la formule (2) sont donc ainsi déterminées avec toute la précision désirable; en les y portant et faisant le calcul, on trouve

$$q' = 20962.$$

» En comparant cette valeur avec celle $q = 20608$ trouvée avec des disques circulaires, on voit qu'elles ne diffèrent pas tout à fait de 2 pour 100. En prenant la moyenne

$$Q = 20785,$$

on a pour le coefficient d'élasticité de l'acier fondu en expérience une valeur qui présente beaucoup de garanties d'exactitude.

» Il est intéressant de la comparer à celles qui résultent des expériences de Wertheim (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XII, 1844).

» On sait que ce physicien prenait les métaux sous forme de verge ou de fil cylindriques d'environ 1^m de longueur, les pinçait au milieu dans un étau, les faisait vibrer transversalement, et faisait inscrire les vibrations directement sur un appareil chronographique; il déduisait de ce nombre, de la densité et des dimensions de la verge, son coefficient d'élasticité.

» En ce qui concerne spécialement l'acier fondu, on trouve dans le Mémoire de Wertheim deux nombres : l'un à la page 405, l'autre à la page 425 et qui est adopté définitivement page 442. Les voici, désignés par q_1 et q_2, avec les données qui leur correspondent :

	Longueur.	Diamètre.	Densité.
$q_1 = 20698$........	500^{mm}	10^{mm}	7,84
$q_2 = 18247$........	500^{mm}	3^{mm}	7,72

» Ces deux valeurs diffèrent entre elles de plus de 12 pour 100. Wertheim ne dit nulle part pourquoi il adopte définitivement la seconde. La différence des densités ne pourrait produire qu'une différence d'environ 1,5 pour 100; d'autre part, les coefficients d'élasticité trouvés par l'allongement ne diffèrent que de 1,5 pour 100, et précisément dans le sens indiqué par les densités. Y avait-il entre les deux genres d'acier des différences d'ordre chimique assez grandes pour produire une variation

supérieure à 10 pour 100? Wertheim ne le dit pas; mais la première détermination, faite sur une masse de métal beaucoup plus grande, paraît présenter plus de certitude. On remarquera qu'elle est identique à celle que je trouve ci-dessus (la densité du métal est la même).

» En tout cas, on me permettra d'insister sur la facilité de ce mode de détermination du coefficient d'élasticité faite sur une grande masse de métal de forme prismatique, *posée* simplement sur deux lignes nodales, ce qui lui laisse toute liberté de mouvements, dont le nombre de vibrations par seconde est assez grand pour qu'on puisse être sûr de l'évaluer à 0,001 près, et dont les vibrations sont entretenues électriquement.

» La mise en œuvre de ce procédé est d'ailleurs très rapide, et je pense qu'on pourrait s'en servir avantageusement dans les laboratoires des usines métallurgiques. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur les spectres du didyme et du samarium.* Note de M. **Eug. Demarçay**, présentée par M. Lecoq de Boisbaudran.

« Dans une Communication antérieure, j'ai montré que l'on observait sur les produits de fractionnement du praséodyme la bande $\lambda = 469$ (à force égale de la bande $\lambda = 444$) avec des intensités très différentes, et j'en ai conclu que la raie $\lambda = 469$ n'appartenait pas au praséodyme. Ayant continué les fractionnements, je puis confirmer ma première observation, mais non pas la conclusion que j'en ai tirée.

» On voit, en effet, dans les fractions ne donnant plus trace de la bande $\lambda = 444$, caractéristique du praséodyme, une bande étroite $\lambda = 469,8$, nette, d'aspect analogue à la raie 427,5 du didyme. Cette bande n'appartient donc pas au praséodyme. D'autre part, sur les portions les plus pures du praséodyme, ne contenant plus qu'un peu de lanthane, on observe, encore très forte, une bande nébuleuse, diffuse, $\lambda = 469$ environ, d'aspect très différent de celui de la précédente. On doit donc conclure simplement que ces deux bandes ont une longueur d'onde voisine et sont distinctes l'une de l'autre, la première appartenant à un corps encore inconnu.

» Sur les portions du néodyme pur de praséodyme et ne contenant que peu de samarium, on trouve quelques raies qui n'ont pas encore été décrites, à ma connaissance :

» 1° $\lambda = 464$ environ, raie assez étroite sur le bord peu réfrangible de

la raie nébuleuse correspondante ($\lambda = 461,8$, Lecoq de Boisbaudran) du didyme.

» 2° $\lambda = 430$ environ, raie étroite un peu faible. M. Soret a signalé autrefois, à cette place, une raie douteuse.

» 3° La raie $\lambda = 476$ environ du spectre du didyme paraît, en solution azotique, formée d'une double raie forte dont la composante la plus réfrangible est aussi la plus intense; les λ sont

$$\lambda_1 = 473,4, \qquad \lambda_2 = 476,8.$$

» Ces raies se voient sur la solution dans l'acide azotique pur de l'azotate de néodyme.

» Dans une publication récente (*Deutsche chemische Gesellschaft*, t. 20, p. 2134), MM. Krüss, Gerhardt et Nilson annoncent comme nouveau, entre autres choses, qu'ils ont trouvé le samarium formé d'au moins deux corps simples, définis, l'un par la raie 416,7, l'autre par le reste des raies du samarium. Il a sans doute échappé à ces savants que j'avais, depuis un an déjà, annoncé le même fait (*Comptes rendus*, t. CII, p. 1551) et que je l'avais confirmé ultérieurement (*Comptes rendus*, t. CIV, p. 580). »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de formation de quelques tellurures cristallisés.* Note de M. **Ch. Fabre**, présentée par M. Berthelot.

« 1. La préparation de plusieurs tellurures métalliques a été réalisée par M. Margottet, en faisant passer des vapeurs de tellure sur le métal chauffé au rouge; on peut aussi les obtenir en chauffant dans l'azote un mélange de tellure en poudre et de métal réduit en limailles.

» 2. Les tellurures de fer, de nickel, de cobalt, de thallium, composés qui n'avaient pas encore été obtenus, sont cristallisés, inaltérables à froid par l'acide chlorhydrique, l'acide sulfurique, mais lentement altérables dans l'air humide. Réduits en poudre fine, ils se dissolvent facilement dans le brome et l'eau de brome, en donnant le bromure correspondant, de l'acide bromhydrique et de l'acide tellureux.

» 3. *Tellurure de fer* : FeTe. — Masse cristalline gris d'acier; raye le verre.

		Trouvé.	Calculé.
Fe	28,0	30,41	30,43
Te	64,0	69,98	69,57
FeTe	92,0	99,79	100,00

» Le fer a été dosé à l'état de sesquioxyde, le tellure par précipitation à l'acide sulfureux.

» La dissolution du tellurure de fer dans le brome et l'eau de brome a été effectuée dans la fiole calorimétrique de M. Berthelot. Deux mesures ont donné, par équivalent de tellurure, vers 20° :

	$+65^{Cal},40$	$+64^{Cal},80$	Moy.... $+65^{Cal},10$
Poids du tellurure de fer......	$1^{gr},758$	$0^{gr},6618$	

» On peut en déduire la chaleur de formation du tellurure de fer cristallisé x :

État initial : Fe^2 sol., Te crist., 7Br liq., 4H gaz, 4O gaz
État final : $(Fe^2Br^2 + Br)$ diss., $2(TeO^2, Aq)$ diss., 4HBr diss.

» On trouve ainsi

$$x = +7^{Cal},79.$$

» 4. *Tellurure de cobalt :* CoTe. — Masse cristalline brunâtre qui renferme

		Trouvé.	Calculé.
Co................	29,5	31,04	31,55
Te................	64,0	68,17	68,45
CoTe.............	93,5	99,21	100,00

» La dissolution de ce corps dans le brome et l'eau de brome a donné par équivalent, vers 23° :

	$+57^{Cal},51$	$+58^{Cal},37$	Moy.... $+57^{Cal},94$
Poids du tellurure employé..	$1^{gr},192$	$1^{gr},042$	

» On déduit de cette donnée et des précédentes que

$$\text{Co sol} + \text{Te crist} = \text{CoTe crist} + 7^{Cal},65.$$

» 5. *Tellurure de nickel :* NiTe. — Il se présente sous la forme de petits cristaux d'un gris légèrement rougeâtre ; il contient :

		Trouvé.	Calculé.
Ni................	29,5	30,97	31,55
Te................	64,0	68,09	68,45
NiTe.............	93,5	99,06	100,00

» L'action du brome et de l'eau de brome a donné, vers 22° :

	$+57^{Cal},59$	$+56^{Cal},89$	Moy.... $+57^{Cal},24$
Poids du tellurure employé..	$2^{gr},191$	$1^{gr},0465$	

d'où l'on déduit

$$\text{Ni sol} + \text{Te crist} = \text{NiTe crist} + 7^{\text{Cal}},55.$$

» 6. *Tellurure de thallium :* TlTe. — L'aspect de ce tellurure rappelle assez bien celui de la galène, mais il se ternit assez rapidement à l'air; il se laisse pulvériser très facilement; il renferme :

		Trouvé.	Calculé.
Tl................	203	75,91	76,03
Te................	64	23,72	23,97
TlTe.............	267	99,63	100,00

» En le dissolvant dans le brome et l'eau de brome, j'ai obtenu, vers 22°, par équivalent :

	$+79^{\text{Cal}},10$	$+80^{\text{Cal}},44$	Moy.. $+79^{\text{Cal}},77$
Poids de tellurure employé......	$1^{\text{gr}},0315$	$1^{\text{gr}},549$	

» On en déduit

$$\text{Tl sol.} + \text{Te crist.} = \text{TlTe crist.} + 6^{\text{Cal}},12.$$

» 7. Les tellurures de zinc, de cadmium, de cuivre, de plomb, sont bien connus. Voici les résultats de l'étude calorimétrique de ces composés.

» 1° *Tellurure de zinc :* ZnTe. — Dissolution dans le brome et l'eau de brome :

Poids de tellurure employé.........	$2^{\text{gr}},4472$	$1^{\text{gr}},009$	
Chaleur dégagée par équiv. vers 25°.	$+56^{\text{Cal}},27$	$+56^{\text{Cal}},79$	Moy.. $+56^{\text{Cal}},58$

par suite

$$\text{Zn sol.} + \text{Te crist.} = \text{ZnTe crist.} + 18^{\text{Cal}},61.$$

» 2° *Tellurure de cadmium :* CdTe. — Même méthode :

Poids de tellurure.................	$1^{\text{gr}},1107$	$1^{\text{gr}},8665$	
Chaleur dégagée par équiv. vers 21°.	$+57^{\text{Cal}},20$	$+57^{\text{Cal}},02$	Moy.. $+57^{\text{Cal}},11$

d'où

$$\text{Cd sol.} + \text{Te crist.} = \text{CdTe crist.} + 9^{\text{Cal}},98.$$

» 3° *Tellurure de cuivre :* Cu^2Te. — Même méthode :

Poids de tellurure.................	$1^{\text{gr}},6035$	$1^{\text{gr}},2455$	
Chaleur dégagée par équiv. vers 20°.	$+64^{\text{Cal}},13$	$+64^{\text{Cal}},75$	Moy.. $+64^{\text{Cal}},44$

d'où

$$\text{Cu}^2\text{ sol.} + \text{Te crist.} = \text{Cu}^2\text{Te crist.} + 7^{\text{Cal}},15.$$

» 4° *Tellurure de plomb :* PbTe. — Même méthode :

Poids de tellurure.................	$0^{gr},8725$	$1^{gr},3055$	
Chaleur dégagée par équiv. vers 22°.	$+52^{Cal},15$	$+52^{Cal},61$	Moy.. $+52^{Cal},38$

d'où

$$\text{Pb sol.} + \text{Te crist.} = \text{PbTe crist.} + 5^{Cal},71.$$

» 8. Comparons les chaleurs de formation des tellurures et des séléniures cristallisés.

Séléniures.	Cal	*Tellurures.*	Cal
Fe sol. + Se mét. = FeSe crist	+ 9,22	Fe sol. + Te crist. = FeTe crist ...	+ 7,79
Co sol. + Se mét. = CoSe crist....	+ 9,44	Co sol. + Te crist. = CoTe crist ...	+ 7,65
Ni sol. + Se mét. = NiSe crist	+ 9,21	Ni sol. + Te crist. = NiTe crist ...	+ 7,55
Zn sol. + Se mét. = ZnSe crist	+ 20,20	Zn sol. + Te crist. = ZnTe crist ...	+ 18,61
Cd sol. + Se mét. = CdSe crist	+ 12,10	Cd sol. + Te crist. = CdTe crist...	+ 9,98
Cu^2 sol. + Se mét. = Cu^2Se crist ...	+ 10,42	Cu^2 sol. + Te crist. = Cu^2Te crist ..	+ 7,15
Tl sol. + Se mét. = TlSe crist.....	+ 8,86	Tl sol. + Te crist. = TlTe crist....	+ 6,12
Pb sol. + Se mét. = PbSe crist....	+ 7,88	Pb sol. + Te crist. = PbTe crist...	+ 5,71

» La comparaison des nombres de ces deux Tableaux semble montrer que, dans la même famille, à mesure que le poids équivalent du métalloïde qui se combine au métal augmente, la quantité de chaleur dégagée par la combinaison diminue. Il serait maintenant utile, pour vérifier cette hypothèse, de rechercher quelle est la chaleur de formation des sulfures cristallisés correspondants. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Éthers succinimidoacétique et camphorimidoacétique.* Note de MM. **Alb. Haller** et **G. Arth**, présentée par M. Berthelot.

« On sait, depuis les travaux de M. Mentschutkine ([1]) sur le succinimide, de M. L. Cohn ([2]) sur la phtalimide, et de M. Landsberg ([3]) sur ces mêmes imides, que ces corps sont susceptibles d'échanger de l'hydrogène contre des métaux.

» D'après ce dernier auteur, ces imides renfermant le groupement

([1]) *Annalen der Chemie und Pharm.*, t. CLXII, p. 165.
([2]) *Ibid.,* t. CCV, p. 300.
([3]) *Ibid.,* t. CCXV, p. 172.

$\begin{matrix}-CO\\-CO\end{matrix}\!>\!AzH$, la substitution du métal porte sur l'hydrogène du radical AzH.

» Nous nous sommes servis des dérivés sodés de la succinimide et de la camphorimide, celle-ci se comportant comme ses analogues vis-à-vis des métaux alcalins, pour faire la synthèse.

1° *De l'éther succinimidoacétique.* — On prépare ce corps en ajoutant à une solution de succinimide (1^{mol}) dans l'alcool absolu 1^{mol} d'alcoolate de sodium et chauffant avec de l'éther monochloracétique (1^{mol}). Quand une petite portion du liquide étendu d'eau ne présente plus de réaction alcaline, on chasse l'alcool par distillation, et l'on soumet le résidu à la cristallisation. On obtient ainsi une masse confuse, déliquescente, qu'on fait cristalliser dans l'éther. Les cristaux obtenus ne sont pas encore purs; on les passe entre des doubles de papier et on les dissout de nouveau dans l'éther. Après plusieurs traitements, le nouveau dérivé se présente sous la forme de fines aiguilles, très solubles dans l'eau, l'alcool et l'éther. Il fond à 66°,5 (corr.) en un liquide incolore qui reste en surfusion à la température ordinaire.

Analyse.

	Trouvé pour 100.	Calculé pour $C^8H^{11}AzO^4$.
C	51,82	51,89
H	6,28	5,94
Az	7,60	7,56

» Ce corps se forme en vertu de la réaction

$$\begin{matrix}CH^2-CO\\ | \\ CH^2-CO\end{matrix}\!>\!AzNa + CH^2Cl, CO^2C^2H^5$$
$$= NaCl + \begin{matrix}CH^2-CO\\ | \\ CH^2-CO\end{matrix}\!>\!AzCH^2, CO^2C^2H^5.$$

» 2° *De l'éther camphorimidoacétique.* — Ce corps se prépare comme le précédent, en ajoutant de l'éther monochloracétique à une solution de camphorimide sodée dans de l'alcool absolu.

» Il cristallise, au sein de l'alcool, en gros cristaux transparents, solubles dans l'éther, et fondant à 86° (corrigé).

» L'analyse a donné les résultats suivants :

	Trouvé pour 100.	Calculé pour $C^{14}H^{21}AzO^4$.
C	62,56	62,92
H	7,48	7,86
Az	5,14	5,24

» Il se forme en vertu d'une réaction analogue à celle qui donne naissance à l'éther succinimidoacétique. La formule de constitution est

$$C^8H^{14}\langle{}^{CO}_{CO}\rangle AzCH^2,CO^2C^2H^5.$$

» *Action de l'alcoolate de sodium sur l'éther succinimidoacétique.* — Les auteurs cités plus haut ont mis en évidence la facilité avec laquelle les imides succinique et phtalique échangent de l'hydrogène contre les métaux.

» Ainsi que nous l'avons dit, les travaux de M. Landsberg ne laissent aucun doute sur la constitution de ces composés métalliques qui ont pour formule ${}^{-CO}_{-CO}\rangle AzM$. Dans ces corps, le groupe imide doit son caractère acide au voisinage des deux radicaux CO, comme le fait se présente d'ailleurs avec les acides parabanique, barbiturique et dialurique.

» La préparation des éthers ci-dessus a eu pour but de nous assurer si l'influence des deux groupes CO se manifeste sur le groupe méthylène, malgré l'interposition d'un atome d'azotate, en un mot, si l'hydrogène de ${}^{-CO}_{-CO}\rangle Az, CH^2$ est susceptible d'être remplacé par du métal et partant par des radicaux organiques.

» Pour élucider cette question, nous avons traité $3^{gr},70$ (1^{mol}) d'éther succinimidoacétique, dissous dans 10 parties d'alcool absolu, par $0^{gr},43$ (1^{mol}) de sodium dissous dans le même alcool. On a obtenu ainsi une masse gélatineuse, qu'on a étendue sur des plaques de porcelaine poreuse et desséchée dans le vide. Séché, ce corps a un aspect corné et se détache difficilement des plaques sur lesquelles on l'avait étendu. Il absorbe l'humidité de l'air et se dissout complètement dans l'eau.

» L'analyse de ce composé sodé a donné 13 pour 100 de sodium, au

lieu de 11,11 qu'exige la théorie pour la formule

$$\left.\begin{matrix}CH^2\text{-}CO\\ |\\ CH^2\text{-}CO\end{matrix}\right\rangle AzCHNa, CO^2C^2H^5.$$

» Nous nous proposons de revenir sur ce dérivé, et de nous assurer si la substitution a réellement lieu suivant nos prévisions théoriques. S'il en est ainsi, nous avons l'intention de préparer, avec d'autres imides et avec les acides parabanique, barbiturique et dialurique, des composés analogues à ceux que nous avons décrits plus haut. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouvel isomère de la benzine.* Note de M. G. GRINER, présentée par M. Friedel.

» Il existe, comme on le sait, un isomère de la benzine appartenant à la série grasse : c'est le corps découvert par M. L. Henry et nommé par lui *dipropargyle*. J'ai obtenu un autre isomère de la benzine, en faisant agir sur la combinaison cuprique de l'allylène un oxydant peu énergique, le ferricyanure de potassium en présence de la potasse (procédé de M. Glaser modifié par M. Baeyer).

» J'ai opéré de la manière suivante : j'ajoute d'un seul coup la solution alcaline de ferricyanure à la combinaison cuprique, et je distille. Il passe avec l'eau un corps solide qui, recueilli sur un filtre et séché, est distillé. Le produit passe à la distillation vers 129°-130°; il fond à 64°.

» Les analyses conduisent à la formule C^nH^n; voici ces analyses :

				Théorie pour C^nH^n.
Substance.......	0,1804	C pour 100......	91,90	92,31
CO^2............	0,6080	H pour 100......	7,89	7,69
H^2O............	0,1282			
Substance.......	0,2132	C pour 100......	91,96	
CO^2............	0,7190	H pour 100......	7,76	
H^2O............	0,1490			

» Les densités de vapeurs conduisent à la formule C^6H^6. On a trouvé dans deux expériences successives :

		Théorie pour C^6H^6.
I. D.........	2,79	D......... 2,70
II. D........	2,83	

» Ce carbure fonctionne comme un corps non saturé. En solution dans le sulfure de carbone, il fixe à froid 4Br. Le bromure est très nettement cristallisé; il fond vers 44°.

» Ce corps ne se combine pas au chlorure cuivreux ammoniacal; il n'est donc pas acétylénique. D'après la manière dont il a été obtenu, la formule la plus simple qu'on pourrait lui attribuer serait

$$CH^3 - C \equiv C - C \equiv C - CH^3.$$

Mais l'étude des dérivés sera nécessaire pour savoir si c'est bien à celle-là qu'il convient de s'arrêter (¹). »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Remarques relatives aux observations présentées par M.* Grawitz *sur la préparation des chromates d'aniline et leurs applications.* Note de MM. **Ch. Girard** et **L. L'Hote.**

« Nous n'avons que quelques mots à répondre aux observations formulées par M. Grawitz (*Comptes rendus*, 18 juillet 1887). Tous les teinturiers en noir d'aniline, qui font intervenir les chromates dans leur bain, obtiennent nécessairement par double décomposition un chromate d'aniline. Mais nous persistons à dire que personne avant nous *n'avait isolé et étudié le bichromate d'aniline*, sel cristallisé dont nous avons donné la formule et les propriétés chimiques.

» C'est ce bichromate d'aniline qui nous a permis de préparer méthodiquement un certain nombre de couleurs (mauvéine, phéno-safranine, violaniline, etc.) et qui nous conduira, nous l'espérons, à la génération du noir d'aniline.

» Ce bichromate, à l'état de pureté, contrairement à ce que prétend M. Grawitz, ne peut être isolé lorsqu'on opère avec une solution acide d'un sel d'aniline.

» En résumé, nos recherches, purement scientifiques, n'ont actuellement aucun rapport avec les nombreux brevets pris depuis 1858 pour l'application à la teinture au noir d'aniline. »

(¹) Travail fait au laboratoire de M. Friedel, à la Faculté des Sciences de Paris.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Des effets de la salaison sur la virulence de la viande de porc charbonneux.* Note de M. F. **Peuch**, présentée par M. A. Chauveau.

« Il est établi aujourd'hui que le *Bacillus anthracis* peut se développer dans l'organisme du porc. Tout récemment même, j'ai communiqué le charbon à cinq porcelets, âgés de deux à quatre mois, en leur inoculant soit du sang charbonneux frais, soit une culture pure de *Bacillus anthracis*. Dès lors, j'ai pensé qu'il y aurait quelque utilité, au point de vue de l'hygiène publique, à rechercher quels sont les effets de la salaison sur la viande de porc charbonneux.

» Pour cela, un jambon provenant d'un porc qui venait de mourir du charbon fut recouvert de sel marin concassé, sans addition d'aucune autre substance, et laissé ainsi pendant un mois et demi. Préalablement, une tranche de ce jambon, à l'état frais, avait été comprimée au moyen d'une presse à viande; le jus ainsi obtenu, inoculé à deux cobayes, leur avait transmis le charbon. Puis, lorsque la salaison de cette pièce de viande fut jugée complète, c'est-à-dire au bout d'un mois et demi, on en découpa une tranche, que l'on fit tremper pendant deux heures dans de l'eau filtrée; on en exprima le jus avec la presse. Ce jus fut immédiatement inoculé à quatre cobayes, à la dose de $\frac{4}{10}$ de centimètre cube pour chacun d'eux et à trois lapins, qui en reçurent une dose double. Cette opération produisit une légère intumescence et une certaine rougeur au point inoculé, surtout chez les lapins, mais ne communiqua le charbon à aucun des sujets.

» Trois gouttes de ce jus, déposées dans un matras contenant du bouillon de bœnf, légèrement alcalinisé et stérilisé à 115°, donnèrent naissance, au bout de quelques heures et à la température de + 30°, à une multitude innombrable de micrococques et de bacilles, animés de mouvements très variés. On inocula 1^{cc} de ce liquide de culture à un lapin et $\frac{8}{10}$ de centimètre cube à deux cobayes. Ces trois animaux résistèrent parfaitement : aucun d'eux ne contracta le charbon.

» Ces expériences démontrent donc que la salaison telle qu'on la pratique dans les ménages, c'est-à-dire au moyen du sel marin exclusivement, détruit la virulence de la viande de porc charbonneux.

» Toutefois, pour qu'il en soit ainsi, il faut que la salaison soit bien

complète, ce que l'on reconnaît à la fermeté de la viande, à l'odeur particulière qu'elle exhale et à l'aspect uniformément rouge de la coupe.

» Si la salaison est incomplète, la virulence persiste. Ainsi un jambon de porc mis à saler depuis quatorze jours et dont la chair n'était point ferme, sans exhaler cependant de mauvaise odeur, a fourni un jus doué d'une certaine virulence : un lapin, sur trois auxquels on a injecté sous la peau $\frac{8}{10}$ de centimètre cube de ce jus, est mort du charbon en quatre-vingt-dix-sept heures, les deux autres ont survécu; mais trois cobayes, qui en avaient reçu $\frac{4}{10}$ de centimètre cube, sont morts tous les trois du charbon. En outre, un quatrième cobaye, inoculé avec une culture de ce jus dans du bouillon de bœuf, a également succombé à cette maladie.

» Il y aurait donc du danger à consommer de la viande de porc charbonneux qui ne serait pas salée à fond. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur un nouveau microbe, déterminant la fermentation indigotique et la production de l'indigo bleu.* Note de M. **E. Alvarez**, présentée par M. Bouchard.

« On sait que l'indigo du commerce s'obtient par le traitement spécial que l'on fait subir à une plante des *Indigofera*, de la famille des légumineuses. La plante contient une matière incolore, un glucoside soluble dans l'eau. On fait dissoudre le glucoside par une macération de quelques heures, en laissant le liquide exposé à l'air et en facilitant l'action de l'oxygène par un battage prolongé. L'indigo bleu insoluble se précipite et on le sépare par filtration. Un fait des plus importants de cette fabrication étant une fermentation encore inconnue, je me suis proposé de l'étudier, surtout au point de vue de l'agent producteur.

» En faisant macérer quelques feuilles d'*Indigofera* dans un peu d'eau stérilisée, on reproduit, en petit, la fabrication industrielle. Au bout de douze à vingt-quatre heures, on voit apparaître la matière bleue à la surface du liquide, sous la forme de pellicule, en même temps qu'on observe une élévation de température et un dégagement de gaz. Vient-on à déchirer la pellicule, l'indigo se précipite et une nouvelle pellicule se forme, de manière que la matière colorante se produit surtout à la surface du liquide, au contact de l'air. En examinant cette pellicule au microscope, je l'ai trouvée composée d'une grande quantité de microbes, entourés de fins cristaux d'indigo disposés d'une façon spéciale. Après isolement des

divers micro-organismes qui s'y trouvaient mélangés, j'ai déterminé celui qui produit la fermentation.

» Si l'on fait une décoction de la plante, qu'on stérilise après l'avoir placée dans des éprouvettes ou dans des ballons Pasteur, on peut conserver au liquide sa coloration rougeâtre plusieurs mois, sans que l'indigo se produise. Si, au contraire, on ajoute quelques microbes de la pellicule de fermentation ordinaire, soit la bactérie spéciale isolée, on obtient, au bout de quelques heures, une abondante production d'indigo.

» Comme je l'ai déjà indiqué, j'ai isolé, par la méthode des plaques, les divers microbes qui se trouvent dans la fermentation produite à l'air libre, et j'y ai trouvé des microcoques et plusieurs bacilles; mais c'est seulement un de ces bacilles qui produit la fermentation indigotique. Toutes les autres formes restent sans action pour la production de la matière colorante bleue.

» Le bacille indigogène est de dimensions assez variables, court et gros; il présente généralement 3^{μ} de longueur et $1^{\mu},5$ de largeur. Il a ses extrémités arrondies et se trouve souvent en chaînettes composées de six, huit individus réunis bout à bout ou plus encore. Il est entouré d'une capsule tout à fait semblable à celles des microbes du rhinosclérome et de la pneumonie, avec lesquels il a la plus grande ressemblance comme apparence microscopique. Cette capsule est difficile à voir; c'est dans les cultures récentes et surtout dans celles qui proviennent d'un animal inoculé (ce microbe est pathogène, comme nous le verrons plus tard) qu'elle se voit le mieux. Cette bactérie est très mobile dans les cultures anciennes, moins dans les cultures récentes, parce qu'elle y est entourée d'une matière visqueuse, formant ainsi une espèce de zooglée.

» Ce micro-organisme se cultive facilement sur les divers terrains nutritifs employés pour la culture des microbes. Des tubes d'agar-peptone, ensemencés et placés dans l'étuve à 37°, montrent, au bout de quatre à cinq heures, une culture qui se développe rapidement et devient très abondante en peu de temps. Elle se fait surtout en surface, sous forme d'une matière blanc jaunâtre, très saillante à la surface du terrain. Dans les parties profondes de la ponction faite pour l'ensemencement, elle est beaucoup moins abondante. Il y a production de gaz qui produisent parfois des bulles dans la culture et qui infiltrent les parties profondes, produisant une fragmentation de l'agar.

» Cultivée dans une décoction stérilisée de feuilles d'*Indigofera*, cette bactérie détermine rapidement l'apparition d'indigo bleu, qui la colore

elle-même au bout d'un certain temps, de manière que l'examen microscopique peut se faire très bien sans employer de réactifs colorants. On voit alors les microbes colorés en bleu, vivants et mobiles.

» Les microbes du rhinosclérome et de la pneumonie déterminent aussi la fermentation indigotique; ils prennent la coloration bleue et la même apparence que la bactérie indigogène. Il en est de même d'une bactérie trouvée dans les selles normales.

» Entre les microbes pathogènes que j'ai pu soumettre à l'expérimentation, ceux du charbon, du choléra des poules, de l'érysipèle, de la blennorrhagie, de la suppuration (*Piogenus albus et aureus*) ne produisent pas cette fermentation.

» Ce microbe est pathogène. Inoculé à des cobayes, par des injections intraveineuses ou dans des organes très vasculaires comme le poumon, il détermine une mort rapide. Après trois à douze heures, selon la quantité et l'endroit de l'inoculation, l'animal est abattu, marche difficilement, paraît hyperesthésié et crie au moindre attouchement, montre une certaine élévation de température et a des selles difficiles, qui paraissent fibrineuses à leur sortie. L'abattement s'accentue et la mort survient au bout de huit heures à quarante-huit heures. En ponctionnant un endroit quelconque du corps, après stérilisation, on obtient des cultures pures de la bactérie indigogène.

» A l'autopsie, on trouve le tube digestif congestionné et la muqueuse recouverte d'une matière épaisse, blanchâtre et contenant des microbes. Le foie, la rate et surtout les reins sont congestionnés. Le calice, les bassinets et les uretères sont parfois remplis d'une masse fibrineuse, solide, qui les dilate comme une forte injection. La vessie, ordinairement dilatée, contient une urine trouble avec dépôt blanchâtre et beaucoup de microbes. Des ensemencements faits avec le sang du cœur ou des viscères donnent des cultures de bactérie indigogène. A l'examen microscopique, on trouve, en général, les vaisseaux du rein dilatés et remplis de bactéries.

» Si l'on fait l'inoculation dans des endroits peu vasculaires, dans le tissu cellulaire sous-cutané, on n'obtient qu'une inflammation locale, avec gonflement, rougeur et élévation de température disparaissant au bout de quelques jours sans laisser de traces.

» *Conclusions*. — 1° L'indigo est un produit de fermentation.

» 2° Cette fermentation est déterminée par un microbe spécial.

» 3° Ce microbe est un bâtonnet capsulé, ayant la plus grande ressemblance avec ceux de la pneumonie et du rhinosclérome.

» 4° Ceux-ci produisent également la fermentation indigotique.

» 5° La bactérie indigogène a des propriétés pathogènes et détermine soit une inflammation locale passagère, soit la mort rapide avec congestions viscérales et exsudats fibrineux, surtout dans les organes génito-urinaires. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les formes bactériennes qu'on rencontre dans les tissus des individus morts de la fièvre jaune*. Note de M. **J.-B. de Lacerda**, présentée par M. Bouchard.

« Il y a un mois environ, j'ai commencé au laboratoire du Musée National, à Rio, des recherches sur la cause de la fièvre jaune. Je me suis proposé : 1° de chercher, par des procédés histologiques, les formes bactériennes qui peuvent exister dans les tissus des individus décédés de la fièvre jaune; 2° de faire des cultures méthodiques avec des tissus et du sang de même provenance, et de constater si ces cultures inoculées sur des animaux reproduisent la maladie avec ses symptômes caractéristiques. Je n'indiquerai aujourd'hui que les résultats obtenus pour la première partie de ce plan de recherches.

» J'ai pris le foie et les reins appartenant à six individus décédés dans l'hôpital de Jurujuba, ces viscères ayant été recueillis quelques heures à peine après le décès et conservés dans l'alcool. J'ai pratiqué des coupes histologiques nombreuses, qui ont servi à mes préparations (1).

» Dans toutes ces préparations, sans exception. j'ai trouvé une bactérie tout à fait identique à celle que M. Babes avait déjà trouvée sur des viscères qui ont été envoyés d'ici à M. Cornil par moi, en 1883 (2).

» Dans le foie, cette bactérie se trouve répandue partout; elle forme des amas sur les cellules du parenchyme; elle remplit les capillaires et les canalicules biliaires; dans les reins, elle se montre dans les vaisseaux vides de sang, dans les canalicules urinifères, dans les anses vasculaires des glomérules et dans les espaces lymphatiques. Dans le foie, elle retient difficilement la matière colorante; dans les reins, au contraire, elle se colore très bien et peut alors être étudiée dans tous ses détails morphologiques.

(1) La méthode employée a été celle de Gram, les coupes étant colorées avec le violet de méthyle en solution aqueuse, le bain colorant restant à la température de 45° pendant une demi-heure. Les préparations ont été montées dans le baume et examinées au microscope, avec un grossissement de 800 diamètres.

(2) Cette bactérie est figurée en héliogravure dans la première planche de l'Atlas qui accompagne l'Ouvrage de ces auteurs.

» Cette bactérie a invariablement l'aspect de chaînettes, formées par une série de granules, à dimensions à peu près égales, à forme légèrement allongée, se rapprochant de la forme cylindrique, les points d'articulation des granules étant bien soudés pour empêcher la désagrégation facile des chaînettes. Quand la bactérie ne prend pas la couleur, les granules ont un éclat argentin à la lumière réfléchie.

» Ce qui distingue cette bactérie de toutes celles qui ont été étudiées jusqu'ici, c'est la tendance à présenter constamment des *formes ramifiées*. Souvent elle se montre sous l'aspect d'une tige trifurquée, les deux rameaux latéraux sortant au même niveau et se courbant légèrement, en même temps que la tige centrale se prolonge dans le sens opposé au point d'émergence. D'autres fois, elle est constituée par de longues tiges, dont l'une est presque droite, l'autre un peu courbée, la tige courbe ayant une dichotomie. Dans d'autres cas, ce sont deux tiges droites, d'une longueur à peu près égale, ressemblant à un compas ouvert à angle aigu. D'autres fois, les tiges se coupent à angle droit, de façon à se rapprocher de la forme en croix. Il y en a d'autres qui sont à peine bifurquées, les deux rameaux, l'un plus court que l'autre, se courbant dans le sens opposé, de manière à donner une forme qui rappelle les crocs dont se servent les matelots. D'autres encore sont constituées par trois tiges, de même longueur, divergentes, sortant au même niveau, se rapprochant de la forme d'une palme. Souvent le granule de la chaînette d'où sortent les rameaux ou dichotomies est plus gros que les autres, et présente une forme plutôt sphérique que cylindrique. D'autres fois, c'est le granule terminal du rameau qui est le plus gros et sphérique.

» Je dois ajouter que, sur des préparations faites par M. Goes avec du sang récent de malade, j'ai trouvé des formes plus ou moins semblables. Il n'y a pas de doutes pour moi que le peu de formes non ramifiées, qu'on trouve dans les tissus et dans le sang, soient déjà le résultat d'une désagrégation accidentelle (¹).

» Nous avons donc un caractère morphologique d'une très grande valeur, pour la distinction spécifique de la bactérie de la fièvre jaune. Grâce à ce caractère, elle ne peut se confondre avec aucune des bactéries pathogènes qui ont été décrites jusqu'à ce jour. Elle constitue un type (²). »

(¹) Dans la première planche de l'Atlas de MM. Cornil et Babes, sont figurées la forme trifurquée et la forme en croix.

(²) Je transmets, avec cette Communication, un dessin très exact des formes que je viens de décrire. Elles sont figurées avec un grossissement de 800 diamètres.

MÉDECINE. — *Du pouls géminé, comme guide dans l'administration de la digitale*. Note de M. P. **Duroziez**, présentée par M. Bouchard.

« Dès 1850, nous avons appelé le pouls géminé pouls *digitalique*, tant il est fréquent à la suite de l'administration de la digitale à dose trop forte pour le malade en traitement. Pour nous, l'apparition du pouls géminé est un avertissement de nous arrêter. Si le pouls de régulier devient géminé, nous n'avons rien gagné, nous eussions mieux fait de ne pas employer la digitale. Si le pouls d'irrégulier devient géminé, l'effet est suffisant : nous avons bien opéré, mais nous devons nous arrêter.

» Le pouls géminé est constitué par des paires de pulsations composées d'une forte et d'une faible, la pulsation faible pouvant disparaître, mais existant encore au cœur. Il peut être régulier et constant; le pouls radial bat alors la moitié du pouls cardiaque. Le pouls cardiaque est géminé, le pouls radial ne l'est plus.

» Il n'est pas nécessaire que le pouls géminé soit constant, pour nous servir d'avertissement; même inconstant, il avertit encore.

» Le pouls géminé pourrait conserver son titre, même trijugué, quadrijugué, quintijugué. Ce qui le caractérise, c'est la régularité dans l'irrégularité. Le pouls géminé serait seulement un type dont s'approcheraient plus ou moins les autres formes.

» Le pouls géminé n'appartient pas à la digitale seule. On le rencontre dans l'asthme bronchique et on l'a produit expérimentalement sur les animaux.

» On l'a appelé *bigéminé, alternant, hémisystolique*.

» Le pouls géminé existe dans les veines, mais renversé; c'est la première pulsation qui tend à disparaître.

» Il est indispensable d'étudier le pouls géminé au cœur, dans les artères et dans les veines.

» Le pouls géminé est un signe d'utilité pratique. »

M. Th. **Rétault** adresse, de Châteauroux, une Note portant pour titre « Éruptions internes du Soleil, leurs causes, etc. ».

M. A. **Bianchi** adresse, de Toulouse, une Note concernant la nature des protubérances solaires.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 25 juillet 1887.
(*Suite.*)

Vingtième Rapport sur la maladie de la vigne; par Paillet (Léon). Marseille, 1887; br. in-8°. (Quatre exemplaires.)

Comptes rendus des séances de la huitième Conférence générale de l'Association géodésique internationale et de sa Commission permanente réunies à Berlin du 27 octobre au 1er novembre 1886, rédigés par le Secrétaire perpétuel A. Hirsch. Verlag von Georg Reimer in Berlin, 1887; in-4°.

Commission géologique et d'Histoire naturelle du Canada. Rapport annuel (nouvelle série); Vol. I, 1885.

De Meteoriet van Djati-Pengilon (*Java*), door den mijningenieur R.-D.-M. Verbeek. Amsterdam, 1886; br. in-8°. (Présentée par M. Daubrée.)

Report on the scientific results of the exploring voyage of H. M. S. Challenger. 1873-76. *Zoology*, Vol. XVII, XVIII (first Part, second Part, Plates); Vol. XIX. *Botany*, Vol. II. London, 1886-87; 6 vol. in-4°.

Johns Hopkins University Baltimore. Studies from the biological laboratory; Vol. IV, n° 1; br. in-8°.

Explorations on the west coast of Floride and in the okeechobee wilderness; by Angelo Heilprin (*Transactions of the Wagner free Institute of Science of Philadelphia*), Vol. I, may 1887. (Deux exemplaires.)

Royal irish Academy. Cunningham Memoirs, n° 4. *Dynamics and modern geometry; a new chapter in the theory of screws; by* sir Robert-S. Ball. Dublin, 1887; br. in-4°.

Veröffentlichung des Königl. Preussischen geodätischen Instituts. Astronomisch-geodätische Arbeiten. I. Ordnung. *Telegraphische Längenbestimmungen in den Jahren* 1885 *und* 1886. Berlin, 1887; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 AOUT 1887.

PRÉSIDENCE DE M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison de la fête de l'Assomption, la séance de lundi prochain 15 août sera remise au mardi 16.

M. **Mouchez** présente à l'Académie le Tome des « Annales de l'Observatoire de Paris » relatif aux observations faites dans cet établissement pendant l'année 1882.

ASTRONOMIE. — *Observations des petites planètes, faites au grand instrument méridien de l'observatoire de Paris pendant le premier trimestre de l'année* 1887. Communiquées par M. **Mouchez.**

Dates. 1887.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(68) Leto.			
	h m s	h m s		° ′ ″	
Janv. 5......	10. 9.30	5.10.12,35	»	58.52.27,1	»
		(134) Sophrosyne.			
Janv. 26......	10.57.52	7.21.29,63	»	»	»
27......	10.52.54	7.20.27,38	»	52.35.26,2	»
28......	10.47.58	7.19.26,85	»	52.40.32,6	»
29......	10.43. 3	7.18.28,12	»	52.45.38,9	»
		(92) Undine.			
			s		″
Janv. 26......	11. 6. 6	7.29.44,86	+ 0,11	65.12.15,7	— 4,7
27......	11. 1.23	7.28.58,01	— 0,09	65. 8.55,4	— 1,8
28......	10.56.42	7.28.12,04	— 0,08	65. 5.33,8	— 4,2
29......	10.52. 1	7.27.26,74	— 0,11	»	»
		(6) Hébé.			
Janv. 27......	11.38.30	8. 6.11,23	»	76.24.25,3	»
29......	11.28.43	8. 4.15,30	»	76. 4.54,7	»
Févr. 15......	10. 8.18	7.50.38,98	»	73.27.53,6	»
16......	10. 3.47	7.50. 3,44	»	73.19.27,4	»
17......	9.59.18	7.49.29,52	»	73.11. 8,9	»
		(218) Bianca.			
Janv. 29......	11.56.47	8.32.23,79	+ 0,22	»	»
Févr. 15......	10.36.12	8.18.37,51	»	85. 9.56,7	»
		(221) Eos.			
Févr. 15......	10.56.24	8.38.52,17	— 1,91	74. 3.18,8	—11,5
		(26) Proserpine.			
Févr. 15......	11.31.43	9.14.17,15	»	68. 3.58,2	»
16......	11.26.51	9.13.21,31	»	68. 0.31,4	»

Dates. 1887.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(71) Niobé.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	
Févr. 15......	11.33. 4	9.15.38,86	»	»	»
17......	11.22.50	9.13.15,58	»	77.40.54,1	»
23......	10.52.23	9. 6.23,79	»	78. 3.59,5	»
24......	10.47.23	9. 5.18,57	»	78. 7.53,1	»
25......	10.42.23	9. 4.14,61	»	78.11.50,5	»
26......	10.37.24	9. 3.11,43	»	78.15.47,1	»
28......	10.27.31	9. 1. 9,65	»	78.23.42,2	»
Mars 1......	10.22.36	9. 0.10,63	»	78.27.47,2	»
		(118) Peitho.			
Févr. 23......	11.40.57	9.55. 5,29	+ 0,90	62.59.38,6	+ 5,1
24......	11.36. 1	9.54. 4,87	+ 0,91	62.57.41,9	+ 5,2
25......	11.31. 6	9.53. 5,51	+ 1,06	62.56. 1,3	+ 5,9
26......	11.26.12	9.52. 6,99	»	62.54.37,0	»
28......	11.16.26	9.50.12,95	»	62.52.28,2	»
Mars 1......	11.11.35	9.49.18,01	»	62.51.51,8	»
		(145) Adéona.			
Févr. 24......	10.15. 0	8.32.50,44	»	53.11.53,1	»
25......	10.10.32	8.32.17,93	»	53.11.51,2	»
26......	10. 6. 5	8.31.47,71	»	53.12. 5,1	»
28......	9.57.19	8.30.52,66	»	53.13.22,1	»
Mars 1......	9.52.58	8.30.27,90	»	53.14.17,2	»
2......	9.48.40	8.30. 5,81	»	53.15.36,3	»
		(114) Cassandre.			
Févr. 28......	11.39.46	10.13.36,88	— 0,01	80.26.55,9	— 0,6
Mars 1......	11.35. 4	10.12.50,40	+ 0,35	80.19.37,0	— 0,9
4......	11.21. 0	10.10.33,65	+ 0,39	79.58. 7,7	+ 4,2
		(37) Fides.			
Févr. 28......	11.43.50	10.17.41,12	»	76.23. 9,5	»
Mars 1......	11.38.59	10.16.46,30	»	76.19.30,6	»
4......	11.24.32	10.14. 5,97	»	76. 8.58,3	»
		(17) Thétis.			
Mars 29......	11.38.39	12. 6.49,52	»	81.53.49,6	»

» Toutes les comparaisons se rapportent aux éphémérides publiées par le *Berliner Jahrbuch*, à l'exception de celles de Undine, qui se rapportent à l'éphéméride publiée dans le n° 288 des circulaires du *Berliner Jahrbuch*.

» Les observations ont été faites par M. *O. Callandreau*. »

PHYSIOLOGIE. — *Nouveaux documents sur les relations qui existent entre le travail chimique et le travail mécanique du tissu musculaire. — De la quantité de chaleur produite par les muscles qui fonctionnent utilement dans les conditions physiologiques de l'état normal;* par M. **A. Chauveau**, avec la collaboration de M. **Kaufmann**.

« Pour terminer la série de mes déterminations préparatoires sur le travail mécanique du tissu musculaire, d'après les faits fournis par l'étude expérimentale du muscle *releveur propre de la lèvre supérieure du cheval*, j'avais à mesurer la quantité de chaleur et de travail mécanique que ce muscle est capable de produire pendant son fonctionnement physiologique régulier. Les difficultés d'une pareille étude sont considérables. Je crois les avoir surmontées, en introduisant dans cette étude des méthodes et des procédés nouveaux que je vais faire connaître.

» *Détermination de la quantité de chaleur produite par le muscle pendant le travail.* — La méthode employée pour cette détermination peut être désignée sous le nom de *méthode autocalorimétrique*. Elle repose sur l'un des faits importants mis en lumière dans une autre partie de ces études : je veux parler de la connaissance exacte de la quantité de sang qui traverse le muscle releveur de la lèvre, dans un temps donné, pendant le travail. C'est cet organe lui-même, avec son système vasculaire, qui sert de calorimètre, une sorte d'autocalorimètre à circulation de liquide.

» Comment le coefficient de l'irrigation sanguine peut-il être utilisé pour la détermination de la quantité de chaleur engendrée dans le muscle au moment du travail? Il est facile de le comprendre.

» On sait que la chaleur incessamment créée dans la trame intime des tissus animaux ne s'y accumule pas. La température s'élève bien un peu dans les muscles qui travaillent. Ceci n'empêche pas qu'en ce cas, comme dans celui des organes au repos, la chaleur se disperse par l'évaporation et le rayonnement superficiels, mais surtout par l'effet de l'irrigation sanguine. C'est le sang, en effet, qui se charge de la plus grande partie de la chaleur engendrée dans le sein des organes; c'est ce fluide qui l'emporte

incessamment hors de ces organes, pour l'amener au poumon, où la chaleur excédante est cédée au monde extérieur, principalement sous forme de calorique de vaporisation.

» Supposons maintenant qu'on supprime toute perte de chaleur par l'évaporation et le rayonnement cutanés, la chaleur créée par le mouvement nutritif sera tout entière cédée au sang. La quantité de celui-ci étant ou pouvant être exactement connue, il suffit de déterminer la valeur de l'échauffement qu'il subit, en même temps que le muscle, pour être en possession de tous les éléments nécessaires à la mesure de la quantité de chaleur produite par le mouvement nutritif.

» Disons tout de suite que, dans le cas particulier du muscle releveur de la lèvre, la recherche directe de la température du sang est impossible. Pour mesurer son échauffement pendant le travail, il faut avoir recours à un procédé indirect, mais qui n'en est pas moins exact. C'est la température du muscle lui-même que l'on prend. Cette température doit être considérée comme étant égale à celle du sang qui sort de l'organe, au moins dans les conditions expérimentales réalisées dans mes recherches et dont il va être question tout à l'heure. Il faut considérer, en effet, que le muscle et son système de vaisseaux capillaires forment comme un foyer de chaleur, dans lequel se trouvent noyés une myriade de canalicules du diamètre le plus fin et à parois excessivement minces, siège d'une circulation plus ou moins lente de liquide qui ne peut faire autrement que de se mettre en parfait équilibre de température avec le foyer.

» Pour mesurer la température, j'ai eu recours au double couple thermo-électrique, en forme d'aiguilles aussi fines que possible. Les deux aiguilles sont implantées, bien symétriquement, l'une dans le muscle gauche, l'autre dans le muscle droit. Il est extrêmement important de les fixer solidement à la peau, avec des points de suture, pour empêcher ou tout au moins pour restreindre considérablement les déplacements qui ne manquent pas de se produire quand les muscles se contractent et qui sont une grave cause d'erreur.

» Si les deux aiguilles sont bien placées, l'échelle du galvanomètre reste à peu près exactement au zéro, quand les deux muscles sont au repos, ou bien oscillent légèrement autour de zéro si l'on fait manger l'animal pour mettre les muscles en action.

» L'énervation d'un des muscles (par section de la branche naso-labiale du nerf facial) ne modifie pas sensiblement la température respective des

deux muscles pendant l'état de repos. Mais, pendant que l'animal mange, c'est tout autre chose. Le muscle qui fonctionne devient plus chaud que le muscle paralysé, parce que le premier seul est le siège du surcroît d'actions chimiques accompagnant la contraction musculaire.

» Cette paralysie par énervation d'un des muscles fournit donc un excellent moyen d'obtenir une base exacte pour la détermination de l'élévation de température produite par la mise en travail de l'autre muscle. L'une des soudures étant influencée exclusivement par la température de l'état de repos, l'autre par celle de l'état d'activité, la différence représente nécessairement l'échauffement que cet état d'activité détermine dans le tissu musculaire et dans le sang qui le traverse.

» Il n'y a pas à douter qu'il en soit ainsi, à une condition cependant, c'est qu'on aura pris soin d'empêcher le refroidissement cutané, en emmaillotant dans du coton la face de l'animal. C'est facile. Bien appliqué et suffisamment épais, le blindage de coton s'oppose au rayonnement et à l'évaporation, d'une manière assez efficace pour maintenir la surface de la peau à la même température à peu près que les parties profondes.

» En procédant de cette manière, on obtient des résultats fort satisfaisants. Comme il s'agit d'une expérience très simple, facile à répéter, ces résultats pourront être aisément et fréquemment contrôlés. Voici comment il faut faire cette expérience pour en tirer tous les enseignements utiles à la détermination de l'équivalence calorique du travail.

» Tout est préparé, comme il vient d'être dit : énervation et paralysie d'un des muscles, adaptation symétrique et fixation des deux aiguilles thermo-électriques, emmaillotement de la face. Si tout a été disposé convenablement, l'échelle de la graduation du galvanomètre reste à peu près fixe aux environs de zéro. On fait manger l'animal. Aussitôt, l'échelle se dévie en décrivant des oscillations, à droite ou à gauche du zéro, suivant la soudure qui est placée dans le muscle qui travaille. Le miroir ne tarde pas à prendre une position moyenne, toujours un peu oscillante néanmoins. On note la déviation : elle sera de 20, 30, 40, 50, etc. divisions, suivant la sensibilité du galvanomètre. La traduction en indications centigrades donne la mesure de l'élévation de température qu'éprouvent le muscle et le sang qui traverse celui-ci au moment de la contraction. En multipliant cette élévation de température par le poids du muscle et du sang qui traverse celui-ci dans un temps donné, par exemple dix minutes au minimum (ces éléments peuvent être déterminés directement après constatation des

températures), on obtient, avec une approximation très suffisante, la quantité de chaleur libre ou non utilisée engendrée par le fonctionnement musculaire.

» Comment déterminer celle qui est absorbée par le travail mécanique accompagnant la contraction? C'est facile, en utilisant le fait démontré précédemment (*Comptes rendus*, t. CIV, p. 1763, séance du 20 juin) que le muscle, empêché de faire son travail mécanique par la section de son tendon, continue à se contracter, *à vide*, avec la même régularité et la même énergie, en produisant à peu près le même surcroît de débit du sang et de travail chimique. On sait même déjà (*loc. cit.*, p. 1768) que l'élévation de température dans le muscle est plus forte quand son fonctionnement est *stérile* que lorsqu'il travaille *utilement*. Donc, pour déterminer l'équivalence calorique du travail du muscle releveur de la lèvre, il suffit de mesurer comparativement l'élévation de la température qu'il subit, pendant que l'animal mange, avant et après la section du tendon de ce muscle.

» Dans ce dernier cas, c'est-à-dire après la ténotomie, l'observation du galvanomètre est plus difficile, parce que les oscillations du miroir autour de sa position moyenne ont plus d'étendue, ce qui tient, en partie, aux déplacements considérables qu'éprouve le corps charnu du muscle, quand il agit sans être refréné par aucune résistance. On peut toutefois arriver toujours à faire de bonnes lectures, qui apprennent que la surélévation de température imprimée au muscle, agissant dans ces conditions particulières, existe dans tous les cas, mais qu'elle est faible; elle l'emporte de fort peu sur celle du muscle qui travaille.

» Il est facile de répéter plusieurs fois cette constatation chez le même sujet, en employant un petit artifice. Sur le tendon sectionné, on peut, en effet, lier les deux bouts de manière à faire récupérer au muscle son aptitude à produire du travail. On voit alors reparaître très rapidement les caractères thermiques constatés avant la ténotomie. Ils sont remplacés non moins rapidement par ceux du muscle se contractant à vide, si l'on coupe la ligature qui réunit les deux bouts du tendon. Ces alternatives peuvent être reproduites aussi souvent qu'on veut.

» Je vais donner ici les résultats de la dernière expérience que j'ai faite, en suivant exactement les indications précédentes :

» Muscle gauche paralysé.

» Le muscle droit a pris, en moyenne, au moment où l'animal mangeait un repas d'avoine, un excès de température de $0^{\circ},42$ sur le muscle restant

au repos. Quand le tendon a été mis dans l'impossibilité de transmettre à la lèvre l'action du muscle, la température a monté, en moyenne, dans une première série d'observations, à $0°,51$; dans une seconde série, beaucoup plus longue, à $0°,47$. En somme, j'estime que la surélévation moyenne de température au moment de la contraction à vide était plus souvent $\frac{5}{100}$ que $\frac{9}{100}$ de degré. Aussi peut-on dire qu'en général le muscle qui se contracte à vide s'échauffe de $\frac{6}{100}$ de degré plus que le muscle qui fonctionne en produisant son travail mécanique normal.

» En résumé, l'échauffement total du muscle, quand il fonctionnait d'une manière stérile, était de $0°,47$.

» L'échauffement de ce muscle pendant la production du travail était de $0°,42$.

» Donc la chaleur absorbée par le travail était représentée par un abaissement de température de $0°,05$.

» Pour savoir ce que ces chiffres représentent en quantité de chaleur, c'est-à-dire en fractions de calorie, il faut les multiplier par la masse échauffée (muscle et sang). L'évaluation de cette masse n'a pas été faite directement sur le sujet qui a servi à l'expérience. Mais il est facile de suppléer à cette lacune, en empruntant à une autre série d'expériences les matériaux qui nous manquent. Ce sera la première expérience de cette série (*Comptes rendus,* séance du 25 avril) qui nous fournira les chiffres dont nous avons besoin ; je choisis cette expérience parce que, à tous les points de vue, le sujet sur lequel elle a été faite se trouvait dans les mêmes conditions que l'animal qui a servi à la détermination des températures. D'après cette expérience, le muscle releveur de la lèvre et le sang qui le traversait en dix minutes, pendant le travail, doivent être considérés comme formant une masse du poids de 155^{gr} environ. En multipliant par ce chiffre les températures, nous obtiendrons donc, pour dix minutes, en fractions de calorie, les quantités de chaleur qui répondent à chacune des conditions dans lesquelles ces températures ont été prises.

» Ainsi : 1° pendant la période de fonctionnement stérile, la quantité de chaleur produite, en surcroît de celle de l'état de repos, est représentée par

$$0°,47 \times 0^{kg},155 = 0^{cal},072850,$$

c'est-à-dire pour une minute de travail et 1^{gr} de muscle (poids du muscle : $22^{gr},50$)

$$\frac{0^{cal},07285}{10^{gr} \times 22^{gr},50} = 0^{cal},000323;$$

» 2° Pendant la période de fonctionnement avec production de travail mécanique, la quantité de chaleur engendrée est représentée par

$$0^{\circ},42 \times 0^{\text{kg}},155 = 0^{\text{cal}},065100,$$

c'est-à-dire, pour une minute de travail et 1^{gr} de muscle,

$$\frac{0^{\text{cal}},06510}{10^{\text{m}} \times 22^{\text{gr}},50} = 0^{\text{cal}},000289;$$

» 3° La quantité de chaleur équivalente au travail mécanique extérieur, étant représentée par la différence des deux quantités précédentes, vaut

$$0^{\text{cal}},07285 - 0^{\text{cal}},06510 = 0^{\text{cal}},00775,$$

et le coefficient tiré de cette quantité différentielle

$$0^{\text{cal}},000323 - 0^{\text{cal}},000289 = 0^{\text{cal}},000034.$$

Ce dernier chiffre $0^{\text{cal}},000034$ représente donc, en équivalence calorique, le travail mécanique du muscle. Il monterait à $0^{\text{cal}},000041$ si, comme il est à croire, c'est le chiffre $0^{\circ},06$ qui doit être adopté comme moyenne de la différence de température existant entre le muscle qui fonctionne à vide et le muscle qui travaille.

» En somme, ces déterminations prouvent une fois de plus qu'il se crée beaucoup de chaleur au moment où le muscle est en fonction, mais que le travail n'en absorbe qu'une petite quantité. La multiplication des expériences permettra de déterminer avec précision cette quantité de chaleur absorbée par le travail normal; d'après les évaluations actuelles, elle n'est pas inférieure au dixième de la quantité totale et oscille le plus souvent entre la septième et la huitième partie de cette quantité totale, le coefficient de celle-ci étant $0^{\text{cal}},000323$ et celui de la chaleur transformée en travail le plus généralement $0^{\text{cal}},000041$ à $0^{\text{cal}},000034$. »

CHIMIE. — *Nouvelles fluorescences à raies spectrales bien définies.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran**.

« *Alumine et terre* $Z\alpha^2O^3$. — Comme $Z\alpha^2O^3$ n'a pas été préparée jusqu'ici à l'état de pureté, j'ai dû employer une matière encore mélangée de quelques autres terres rares, et notamment de $Z\beta^2O^3$. Cependant, par

mon procédé de renversement, on constate dans cette $Z\alpha^2O^3$ impure une grande suprématie de $Z\alpha$ sur $Z\beta$.

» De l'alumine contenant $\frac{1}{1200}$ de $Z\alpha^2O^3$ impure, traitée par l'acide sulfurique et modérément calcinée au rouge (¹), donne une fluorescence jaune vert, faible et sans spectre mesurable.

» Avec $\frac{1}{50}$ de $Z\alpha^2O^3$ dans l'alumine, on obtient une fluorescence d'un vert un peu jaune, pas brillante. Le spectre se compose principalement des bandes de $Z\beta$, lesquelles ne paraissent différer que par certains détails de celles qu'on obtient par renversement avec une solution de $Z\beta Cl^6$. Un élargissement vers la droite des deux bandes jaune et bleue indique toutefois la présence de $Z\alpha$. La bande verte de $Z\beta$ est la plus forte du spectre; elle porte deux maxima nébuleux dont le plus intense est celui de droite.

» Ainsi, après une calcination modérée, les bandes de $Z\beta$ sont beaucoup plus développées que celles de $Z\alpha$; les unes et les autres conservant à peu près les positions qu'elles occupent dans les spectres de renversement.

» De l'alumine additionnée de $\frac{1}{1200}$ de $Z\alpha^2O^3$ produit, après énergique calcination, une très brillante fluorescence jaune blanc [2], qui est encore plus éclatante quand la proportion de $Z\alpha^2O^3$ atteint $\frac{1}{50}$. Le spectre, très riche, se compose surtout de raies presque étroites ou un peu nébuleuses. Beaucoup de raies et de bandes, étant plus lumineuses avec de l'alumine contenant $\frac{1}{1200}$ ou $\frac{1}{50}$ de $Z\beta^2O^2$ impure, ont été éliminées du spectre actuel et seront décrites plus tard.

» Dans la fluorescence de l'alumine activée par $Z\alpha^2O^3$ impure, les raies se répartissent, pour la plupart [3], entre deux groupes correspondant respectivement aux bandes jaune et bleue de $Z\alpha$ (renversement), mais ayant subi un transport vers le rouge. Les positions suivantes représentent la moyenne de deux séries de mesures relativement assez concordantes, quoique ne devant certes point être considérées comme rigoureuses.

(¹) Entre les fusions de l'argent et du cuivre.

(²) Les principales radiations émises, étant presque complémentaires, résultent pour l'œil nu en une teinte voisine du blanc; mais l'éclat est très grand et le spectre, magnifique. Cette fluorescence et celle de l'alumine chargée de $Z\beta$ sont les plus belles que je connaisse.

(³) Abstraction faite des raies de $Z\beta$.

$Al^2O^3 + \frac{1}{50} Z\alpha^2O^3$ impure. *Fortement calciné* (¹).

	Mon micromètre.	λ.	Observations.
α.	98,66	593,8	Presque étroite. Forte ou assez forte.
			De 99,50 à la raie 100,43, espace très éclairé, ou raie large.
	100,43	587,8	Étroite. Assez forte.
	101,08	585,5	Intensité modérée. Un peu nébuleuse, mais pas large.
	102,09	582,1	Semblable à 101,08.
	102,79	579,7	Forte. La plus forte du spectre. Un peu nébuleuse, mais pas large.
	103,83	576,3	Assez bien marquée. Un peu nébuleuse.
	104,80	573,3	Semblable à 103,83, mais légèrement plus faible.
	107,19 environ		Milieu apparent d'une petite bande, nébuleuse surtout à gauche. Composée de deux raies écartées d'environ ½ division et dont la plus forte est à droite. L'ensemble est très facilement visible.
β.	135,64 environ	497,2	Bien marquée sur le fond assez éclairé de la bande. Un peu nébuleuse, mais pas large.
	136,90 environ	494,8	Notablement moins marquée que 135,64. Nébuleuse. Assez liée à la suivante.
	138,09	492,6	Bien marquée. Un peu plus forte que 135,64. Un peu nébuleuse.
	139,33 *environ*	490,3	Assez faible. Très nébuleuse. Assez grosse.
	141,24	487,0	Très bien marquée. Un peu plus forte que 138,09. Nébuleuse. Large de ½ division *environ*.
	143,00 **ENVIRON**	483,9	Faible sur le fond. Très nébuleuse.
	144,32	481,7	Très facilement visible, mais plus faible que 135,64. Un peu nébuleuse. Pas large.
	145,71 environ	479,3	*Légèrement* plus étroite et *légèrement* plus faible que 144,32.
	147,10	477,0	Un peu plus faible que 141,24. Nébuleuse. Assez grosse. L'éclairage du fond de ce groupe β commence vers 132,12, croît jusqu'à la raie 138,09 et diminue ensuite pour s'éteindre vers la raie 147,10. L'espace situé entre les raies 136,90 et 138,09 est le plus éclairé.
	148,74 (vers)		Commencement nébuleux d'une petite bande d'intensité modérée, plus nébuleuse à droite qu'à gauche.
	150,36 (vers)	471,6	Milieu apparent. La bande est double, avec la raie de gauche plus forte que celle de droite.
	151,98 (vers)		Fin *très nébuleuse*.

(¹) On s'est servi d'une fente assez fine. Avec une fente moins étroite, les intensités seraient très supérieures, mais les raies perdraient en netteté.

Mon micromètre.	λ.	Observations.
154,89 (vers) [1]		Commencement d'une bande faible, ou assez faible. Un peu plus nébuleuse à droite qu'à gauche. Porte quelques raies indistinctes.
162,42 (vers)		Fin.

» Si l'on chauffe le tube avec une lampe à alcool, les principales raies de Zα s'affaiblissent considérablement, tandis que les principales raies de Zβ sont très peu altérées; le spectre de Zβ domine alors un peu. Par le refroidissement du tube, le spectre de Zα reprend tout son éclat.

» Comme terme de comparaison intéressante, voici les positions des deux bandes de $Z\alpha^2Cl^6$, obtenues par le procédé de renversement (*anciennes* mesures, seulement *approchées*) :

Mon micromètre.	λ.	Observations.
Vers 104,9	573,0	Milieu apparent de la bande jaune.
Vers 147,3 à 147,5	476,5	Milieu apparent de la bande bleue.

» Pour l'alumine activée par Zα, une énergique calcination renforce donc énormément la fluorescence, tout en transformant les bandes larges et nébuleuses en groupes correspondants formés de raies distinctes. En même temps, il y a déplacement des groupes spectraux vers le rouge. »

M. **Lecoq de Boisbaudran** annonce avoir obtenu de très belles fluorescences à raies en calcinant fortement de l'alumine contenant un peu de didyme ou de praséodyme.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **L. Baron** adresse une Note relative à un nouveau mode de traitement des vignes attaquées par le *mildew*.

(Renvoi à la Commission du Mildew.)

---

(1) Deux raies (peu brillantes et actuellement indistinctes) du spectre produit par $Z\beta^2O^3$ impure, tombant sur la moitié la moins réfrangible de cette bande, doivent contribuer à la faire paraître plus faible à droite qu'à gauche.

M. J. Chamard, M. A. Husson, M. O. Marchi adressent diverses Communications relatives à l'aérostation.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Opuscule de MM. *Sirus-Pirondi* et *C. Oddo*, intitulé « Étude étiologique sur l'ulcère des pays chauds » ;

2° Une traduction allemande, faite par M. *Hammer*, d'un Ouvrage de M. *A. Tissot* « Sur les projections des Cartes géographiques ».

M. A. Agassiz, nommé Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, adresse ses remercîments à l'Académie.

ASTRONOMIE. — *Éclipse partielle de Lune du 3 août 1887, observée à l'observatoire de Bordeaux.* Note de M. G. Rayet, présentée par M. E. Mouchez.

« L'éclipse partielle de Lune du 3 août 1887 a été observée à Bordeaux par un ciel très beau, quoique un peu brumeux vers l'horizon.

» Le disque entier de la Lune n'a pas cessé de rester visible dans une lunette et la partie éclipsée n'a montré aucune coloration bien sensible.

» A l'aide d'un spectroscope à trois prismes, monté sur le grand équatorial de $0^m,38$ d'ouverture, j'ai examiné le spectre de la zone ombrée qui fait la transition entre l'ombre pure et la partie éclairée de notre satellite. Au spectroscope, cette transition est très brusque; tandis que le spectre de la partie éclipsée est limité par les lignes D et F, avec un maximum d'intensité vers E, le spectre de la partie de la Lune sur laquelle se fait la transition s'étend brusquement vers le rouge jusqu'au groupe atmosphérique α d'Angström.

» Le spectre de la Lune était d'ailleurs trop pâle, surtout dans la partie voisine de la portion éclipsée, pour permettre l'usage d'une fente assez

étroite pour montrer les lignes atmosphériques; le groupe α et les très nombreuses lignes voisines de D étaient seules bien visibles sous forme de bandes. »

TOPOGRAPHIE. — *Sur les nivellements de précision.* Mémoire de M. le colonel **Goulier**, présenté par M. F. Perrier (extrait par l'auteur) (suite) [1].

§ 2. — *Corrections dynamiques.*

« Pour faire disparaître les discordances des altitudes métriques que l'on obtient, pour un même point, par divers cheminements, M. Helmert a proposé [2] de remplacer (la masse étant 1) ces altitudes métriques par des *kilogrammètres* que l'on obtiendrait en multipliant chaque *ressaut métrique* par $\frac{g''}{g}$, où g'' est l'intensité de la pesanteur à chaque station du niveau. En additionnant successivement ces kilogrammètres ΔQ, on obtiendrait les nombres Q de kilogrammètres dont chaque repère est distant du repère ou de la surface de niveau zéro. Comme d'ailleurs on démontre en Mécanique que, pour aller d'un point à un autre de la surface de la terre, on dépense la même quantité de travail, quel que soit le chemin parcouru, tous les cheminements partant du repère zéro donneraient la même cote pour un point quelconque N.

» La méthode du savant géodésien est élégante, mais elle n'est rationnelle que si les valeurs adoptées pour g'' sont des grandeurs, soit absolues, soit relatives, mesurées en chaque station *avec une exactitude suffisante*. En attendant qu'on ait réalisé un *barymètre* permettant de faire ces mesures rapidement, M. Helmert admet que, *provisoirement*, on pourra substituer aux valeurs réelles de $\frac{g''}{g}$ les valeurs théoriques fournies par la formule de Clairaut complétée par un terme, $-\frac{2M}{R}$ qui, dans sa pensée, tient compte de la variation de la pesanteur avec l'altitude M. On aurait alors, pour la correction d'un point N,

$$Q_N - M_N = -\sum_A^N \Delta M\left(\alpha \cos 2L + \frac{2M}{R}\right).$$

(1) Voir *Comptes rendus*, t. CV, p. 270; 1887.
(2) *Astronomische Nachrichten* de 1873; n° 1939.

» Les altitudes métriques ainsi modifiées sont appelées, par M. Helmert, *altitudes réduites provisoires*. Nous adoptons, pour elles, la dénomination plus courte et plus expressive de *cotes* (et non pas altitudes) *dynamiques*, que M. Cheysson leur a données.

» Ce mode de correction est inadmissible, et voici pourquoi :

» Des deux termes qui composent la correction dynamique, le premier $\Delta M(\alpha \cos 2L)$ produit en somme le même effet que la correction orthométrique. Cet effet est de rapporter les cotes dynamiques à la même surface de comparaison, c'est-à-dire au géoïde, à cela près de petites erreurs que nous avons signalées plus haut. Les cotes dynamiques ne diffèrent donc des altitudes orthométriques que par cela qu'elles sont exprimées en kilogrammètres, tandis que les secondes sont exprimées en mètres. Mais, en outre, elles ont le défaut d'être beaucoup moins exactes; car sur elles s'accumulent, avec les erreurs dues au calcul du terme $\alpha \cos 2L$, erreurs communes aux deux méthodes, celles dues au deuxième terme, erreurs qui peuvent être beaucoup plus considérables que les premières.

» En effet, ce terme a pour objet de tenir compte de la diminution de la pesanteur avec l'altitude. Or on sait que, pour cela, certains savants veulent, comme ici, faire abstraction de la *protubérance continentale,* et que d'autres, voulant y avoir égard, remplacent, par $\frac{3}{4}$, le coefficient numérique 2. Or, suivant qu'on fait usage de l'un ou de l'autre coefficient, on trouve, pour le deuxième terme de la correction dynamique, l'altitude M étant de 2000^{m} (c'est celle de Lautaret), soit $0^{m},63$, soit $0^{m},39$: différence $0^{m},24$!

» Il est donc impossible d'accepter la transformation des altitudes métriques en altitudes dynamiques, à l'aide de la formule de Clairaut plus ou moins correctement complétée; car ce mode de correction des altitudes métriques est à la fois *plus compliqué*, *moins direct* et généralement *moins exact* que le mode de correction orthométrique.

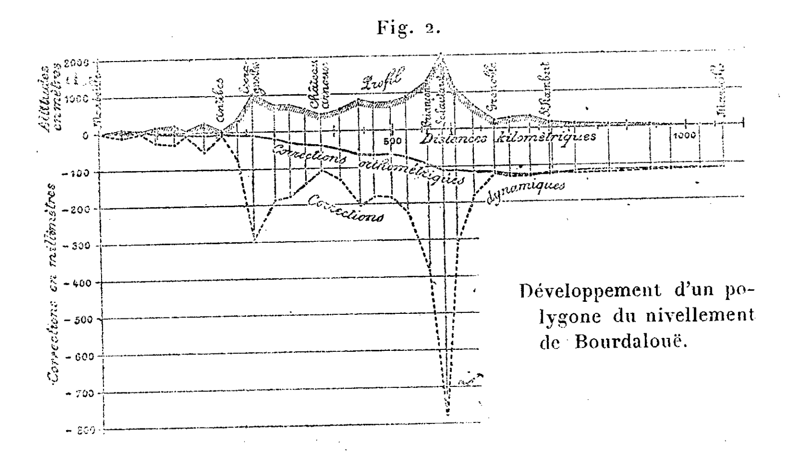
§ 3. — *Corrections barymétriques.*

» L'inexactitude théorique disparaîtrait si, à l'aide d'un barymètre, on pouvait, à chaque station du niveau, mesurer $\frac{g''}{g}$ avec une exactitude suffisante (à $\frac{1}{10000}$ près). Alors, en les multipliant par $\frac{g''}{g}$, on transformerait les ressauts métriques en ressauts barymétriques dont les sommes donneraient les cotes barymétriques de chaque repère, cotes qui pour M. Helmert sont

des *altitudes réduites, correctes* ou *définitives*. Il semble probable que la comparaison des altitudes métriques, des altitudes orthométriques et des cotes dynamiques, avec les cotes barymétriques conduirait à des conclusions intéressantes pour la Physique du globe. Mais on aurait tort d'introduire les dernières cotes dans la pratique, en inscrivant leurs valeurs sur les repères du nivellement de la France.

» Pour en être convaincu, il suffit d'examiner la *fig.* 2 qui représente, en

Fig. 2.



Développement d'un polygone du nivellement de Bourdalouë.

développement, l'un des polygones du nivellement Bourdalouë, ainsi que les diagrammes des corrections orthométriques et dynamiques correspondantes. On y voit que les premières sont relativement faibles [le maximum $0^{m},12$ excède peu l'erreur de fermeture probable des altitudes métriques ($0^{m},09$)]; d'ailleurs les valeurs de ces corrections varient lentement et avec continuité (maximum de la variation, $0^{mm},5$ par kilomètre). Ces circonstances permettent d'appuyer, sur le réseau principal coté orthométriquement, des opérations secondaires ou tertiaires, sans avoir *à se préoccuper de leurs erreurs orthométriques* qui seront compensées, en même temps que celles des opérations, par la répartition des erreurs de fermeture sur les repères d'ordre supérieur; tandis que, avec les méthodes dynamique ou barymétrique, pour faire disparaître une erreur de fermeture de $0^{m},11$, on fait subir aux altitudes métriques des corrections, qui vont jusqu'à $0^{m},77$, dont les variations vont à 24^{mm} par kilomètre, et qui présentent d'ailleurs une discontinuité si grande, qu'on ne pourrait se dispenser d'y avoir égard, pour les opérations secondaires, et même souvent pour celles du service courant.

» Par suite, l'emploi des cotes, soit dynamiques, soit barymétriques,

est inadmissible puisqu'il introduirait, dans tous les nivellements, des complications qui n'auraient aucune utilité pratique et que l'on évite au moyen des corrections orthométriques.

» Il est vrai que *théoriquement*, pour un long bief de canal et pour une ligne de niveau *filée* sur le terrain, les deux extrémités pourront avoir des altitudes orthométriques différentes, mais la différence ($0^m,01$ pour une ligne de niveau nord-sud, longue de 120^{km} et à l'altitude de 100^m) est si faible, en présence des erreurs des opérations, qu'il n'y a pas lieu de s'en préoccuper. En tous cas, si l'on veut mettre les dénominations d'accord avec la théorie abstraite, on appellera *équialtes* les lignes, à altitudes orthométriques constantes, qui définissent la surface du sol, lignes auxquelles on pourra conserver la qualification très pratique d'*équidistantes;* car ce seront *pratiquement* les intersections du terrain par des surfaces parallèles à la surface de niveau zéro et équidistantes entre elles. »

PHYSIQUE GÉNÉRALE. — *Sur les marées de la côte de Tunisie.* Note de M. **Héraud**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« Les observations faites pendant la durée de la reconnaissance hydrographique de la côte de Tunisie m'ont permis d'étudier les marées dont l'existence est signalée depuis longtemps dans le golfe de Gabès et sur les côtes adjacentes.

» Ces marées paraissent les plus importantes et les plus régulières de celles qui se manifestent dans le bassin de la Méditerranée. Le phénomène n'est sensible que sur la partie de la côte située au sud de Méhédiah. L'amplitude va en augmentant jusqu'à Gabès, où elle atteint un maximum de 2^m aux moyennes vives eaux d'équinoxe, puis elle décroît et n'est plus que de 1^m à Zarzis et à la frontière de la Tripolitaine. L'onde marée paraît venir de l'est.

» J'ai discuté les observations fournies par un marégraphe installé à Sfax et celles qui ont été faites à l'échelle de Gabès, embrassant les unes et les autres une période d'environ un an. Les courbes sont régulières et peu différentes de celles de Brest. Le flux semi-diurne est prépondérant. Les inégalités diurnes sont faibles et irrégulières.

» L'âge a été calculé par comparaison avec le retard connu de la marée de Brest en déterminant, suivant la méthode de Laplace, l'instant du maximum des amplitudes dans les marées de syzygies et l'instant du maxi-

mum dans les marées de quartier. J'ai trouvé, pour la Tunisie, un chiffre sensiblement inférieur à celui de 36^h, qui est admis pour Brest : 11 syzygies à Sfax donnent 19^h ; 15 syzygies à Gabès donnent 21^h et 11 quartiers à Sfax, 27^h. En moyenne, l'âge de la marée en Tunisie serait de 24^h.

» Pour avoir le rapport de l'onde lunaire à l'onde solaire et les unités de hauteur de ces ondes, j'ai combiné les amplitudes maxima des syzygies et les amplitudes minima des quartiers, les premières représentant la somme, les secondes, la différence des ondes. En tenant compte des coefficients astronomiques qui dépendent des déclinaisons et des parallaxes des astres, on calcule très simplement les unités de hauteur. Les résultats partiels obtenus en combinant chaque syzygie avec les quartiers qui la précèdent et la suivent et chaque quartier avec les syzygies voisines étant concordants, j'ai groupé ensemble toutes les syzygies d'un côté et tous les quartiers de l'autre. Les deux équations d'ensemble ainsi formées m'ont donné :

	Sfax (12 syzygies 11 quartiers).	Gabès (21 syzygies 19 quartiers).
Unité de hauteur lunaire.........	m 0,44	m 0,63
— solaire.........	0,26	0,37
— luni-solaire.....	0,70	1,00
Rapport des actions.............	1,68	1,71

» Ainsi, d'après les observations de hauteurs, le rapport des actions serait, à Sfax et à Gabès, environ 1,70, tandis qu'il est à Brest 2,89. Ce chiffre de 1,70 est même inférieur à la valeur du rapport absolu des actions de la Lune et du Soleil, calculé d'après leurs masses et leurs distances, valeur qui est à très peu près 2.

» On peut sinon déterminer ce même rapport, du moins avoir une idée de sa valeur en examinant les heures des pleines et basses mers successives rapportées aux passages méridiens de la Lune.

» Il est clair que l'intervalle de temps compris entre le passage de la Lune au méridien et l'instant de la pleine mer s'écarte d'autant plus de sa valeur moyenne que la marée solaire est plus importante par rapport à la marée lunaire. On trouve, en négligeant les variations quotidiennes assez faibles des coefficients astronomiques, que les écarts en question sont inversement proportionnels aux rapports de l'action lunaire à l'action solaire. Or, tandis qu'à Brest, pendant la période considérée, les écarts n'ont pas atteint une heure, ils ont dépassé à Sfax et à Gabès une heure trois quarts. En mettant en regard les écarts correspondants, j'ai trouvé

la valeur de 1,64 pour le rapport des actions en Tunisie. Cette détermination est assez grossière, parce que les heures des pleines mers ne sont jamais obtenues bien exactement, mais elle s'accorde suffisamment avec celles que fournissent les hauteurs.

» En définitive, toutes les circonstances de la marée à Sfax et à Gabès montrent que le rapport de l'onde lunaire à l'onde solaire est plus petit que le rapport des actions absolues des astres. Ce fait paraîtra peut-être intéressant, si l'on remarque qu'il s'agit d'une marée en quelque sorte originelle, produite dans un bassin limité. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'action des micro-organismes de la bouche et des matières fécales, sur quelques substances alimentaires.* Note de M. W. Vignal, transmise par M. Pasteur.

« J'ai recherché l'action qu'exercent, sur un certain nombre de substances alimentaires, les dix-sept espèces de micro-organismes que j'ai isolées l'année dernière de la bouche ([1]), et les deux que j'ai trouvées depuis (ces deux derniers sont : le *micrococcus Pasteuri* Sternberg et un *Coccus* que j'ai désigné par la lettre *k*).

« Parmi ces micro-organismes, sept dissolvent l'albumine, cinq la gonflent ou la rendent transparente; dix dissolvent la fibrine, quatre la rendent transparente ou la gonflent; neuf dissolvent le gluten, sept coagulent le lait, six dissolvent la caséine; trois transforment l'amidon, mais un seul agit un peu énergiquement, un autre paraît vivre à ses dépens sans l'hydrater; neuf transforment le lactose en acide lactique; sept intervertissent le sucre cristallisé; sept font fermenter la glycose et la transforment partiellement en alcool. Toutes ces actions sont plus ou moins énergiques : les unes agissent rapidement, d'autres très lentement.

» Parmi ces micro-organismes, six résistent plus de vingt-quatre heures à l'action du suc gastrique maintenu à 36°-37°, que la culture soit récente ou vieille avec des spores; cinq résistent plus de deux heures à son action lorsque la culture est récente et plus de vingt-quatre lorsqu'elle contient des spores; deux autres y résistent seulement une heure lorsque la culture est récente et les spores d'un de ces derniers vingt-quatre heures, celles de l'autre seulement six heures; les six derniers ne résistent pas une demi-heure à son action, que la culture soit récente ou ancienne.

» Le suc pancréatique, préparé artificiellement et doué d'une action

---

([1]) *Archives de Physiologie*, 15 novembre 1886.

très puissante, et la bile n'ont aucune action destructive sur ces micro-organismes.

» Dans les matières fécales, j'ai retrouvé six des micro-organismes de la bouche (le bacille *Mesentericus fuscus*, le bacille *d* ou *Coli commune*, les bacilles *b*, *c* et *e* et le *coccus k*) et quatre autres micro-organismes : un strépocoque, un coccus et deux bacilles [1].

» Un de ces derniers dissout l'albumine; deux rendent transparente la fibrine; trois dissolvent le gluten; un transforme l'amidon des pommes de terre, mais pas celui de l'empois, quoique, afin de lui fournir des matières azotées, l'empois ait été préparé avec du bouillon de veau, au lieu d'eau; deux coagulent le lait; un dissout en partie la caséine et coagule ce qu'il ne dissout pas; trois transforment le lactose en acide lactique; trois intervertissent le sucre de canne et deux transforment en partie la glycose en alcool.

» L'action de ces micro-organismes doit être considérable sur les aliments, car une série de numérations m'a montré qu'ils étaient au nombre de plus de 20 millions dans un décigramme de matières fécales, et certainement tous les micro-organismes qui y étaient contenus ne se sont pas développés dans les milieux que j'ai employés.

» Afin d'essayer de réaliser ce qui se passe dans le tube digestif, où les micro-organismes ne sont pas isolés, j'ai ensemencé des séries de ballons, d'une part avec du tartre dentaire et de l'enduit lingual, d'autre part avec un peu d'eau dans laquelle j'avais délayé des matières fécales.

» L'attaque des substances contenues dans les ballons fut très énergique au début; mais dès le troisième jour, souvent même dès le second, il se produisait un arrêt persistant.

» Devons-nous conclure de là que les micro-organismes de la bouche et des matières fécales n'ont, mélangés, aucune action sur les aliments? Évidemment non, les transformations qu'ils subissent sous l'influence de ces micro-organismes se sont arrêtées dans nos ballons, parce que leurs parois de verre sont incapables d'absorber au fur et à mesure de leur production, comme l'intestin le fait, les produits qu'ils engendrent.

» De l'ensemble de ces recherches, je conclurai qu'elles justifient l'opinion de M. Pasteur, qui attribue une grande importance au rôle des

---

(1) Je dois ajouter à ces micro-organismes les levures; mais je ne me suis pas occupé de ces dernières, après avoir constaté, en expérimentant sur moi-même, qu'on retrouvait dans les matières fécales toutes les espèces de levures qu'on avalait accidentellement ou volontairement.

micro-organismes dans le travail de la digestion, et démontrent, d'autre part, que les phénomènes de la digestion en général, et en particulier le rôle qu'y jouent les micro-organismes, sont plus complexes qu'ils ne le paraissent au premier abord. »

PHYSIOLOGIE. — *Des conditions de la polypnée thermique.* Note de M. **Ch. Richet**, présentée par M. A. Richet.

« J'ai indiqué, dans une Note précédente (¹), comment les chiens soumis à l'action de la chaleur ont une respiration plus fréquente, que j'ai appelée *dyspnée thermique ;* mais c'est là une mauvaise expression, et je crois qu'il vaut mieux l'appeler *polypnée thermique ;* car il n'y a là rien qui ressemble à de la dyspnée, puisque, au contraire, la respiration est plus facile qu'à l'état normal. Je viens aujourd'hui déterminer quelques-unes des conditions qui président à cette polypnée thermique, soit centrale, soit réflexe.

» Une condition indispensable à la production de la polypnée thermique, c'est avant tout que les voies respiratoires soient largement béantes. Aussi, dès que, par un procédé quelconque, on vient à diminuer le calibre des voies aériennes, voit-on immédiatement la polypnée cesser, et la respiration devenir normale. M. Marey, puis Paul Bert, et plus récemment M. Langendorff ont démontré que, plus est considérable l'obstacle à vaincre (à l'expiration comme à l'inspiration), plus la respiration est ralentie. Ce fait, que ces physiologistes ont établi pour la respiration normale, est encore plus frappant dans le cas de la polypnée : alors, le moindre rétrécissement des voies aériennes est suivi d'un ralentissement immédiat.

» Chez le chien, quand il respire régulièrement, avec la gueule fermée, la base de la langue et l'épiglotte recouvrent la glotte et l'orifice du larynx ; alors il y a une semi-occlusion des voies aériennes, ce qui suffit à la respiration normale, mais ce qui ne suffit plus à la respiration polypnéique.

» Aussi les chiens, pour être haletants, c'est-à-dire pour avoir une respiration polypnéique, dont le rythme dépasse parfois 350 respirations par minute, ont-ils toujours la gueule ouverte et la langue pendante au dehors ; car, si la langue n'était pas projetée ainsi en avant, la polypnée serait impossible. Quand un chien est en pleine polypnée, réflexe ou centrale,

(¹) *Comptes rendus*, 11 août 1884, t. XCIX, nº 6, p. 279.

immédiatement elle cesse dès qu'on vient à lui fermer la gueule, en empêchant par conséquent la langue de pendre au dehors.

» Ainsi la première condition de la polypnée, c'est l'absence de toute difficulté à vaincre pour l'introduction ou l'expulsion de l'air, avec des voies aériennes dilatées au maximum.

» Une autre condition tout aussi nécessaire, c'est que l'animal soit en état d'apnée. On sait que M. Rosenthal a appelé *apnée* l'état d'un animal qui n'a pas besoin de respirer, son sang étant saturé d'oxygène et dépouillé d'acide carbonique. Or les animaux polypnéiques sont en état d'apnée. L'expérience suivante le démontre. Soit un chien qui, exposé au soleil, respire 300 fois par minute; si on vient subitement à lui oblitérer la trachée, il continuera, pendant une demi-minute environ, et parfois plus, à exécuter le même rythme respiratoire. Cependant, comme la trachée est oblitérée, cette respiration est absolument inefficace au point de vue de la pénétration d'oxygène dans le sang. Donc le sang était suffisamment saturé d'oxygène pour suffire, pendant près d'une demi-minute, sans aucune trace de suffocation de l'animal, aux échanges chimiques des tissus, et ce n'était pas le besoin d'oxygène qui déterminait les mouvements respiratoires. Si l'on continue l'expérience, en maintenant la trachée fermée, on verra les respirations se ralentir graduellement, en même temps qu'elles deviendront plus profondes. Enfin le rythme asphyxique sera établi, rythme qui comporte environ 30 à 40 respirations par minute.

» L'expérience est plus frappante encore si l'on met au soleil deux chiens, dont l'un respire normalement, tandis que l'autre respire de l'air confiné. Celui qui respire l'air normal peut devenir apnéique, et chez lui la polypnée peut s'établir. Au contraire, le chien qui respire de l'air confiné, — et j'obtenais ce résultat en adaptant à la trachée un long et large tube de caoutchouc — ne peut pas devenir apnéique, et alors sa respiration ne peut dépasser un rythme de 80 ou 120 par minute, tandis que le chien qui respire librement peut respirer 300 et 350 fois par minute. Le chien qui respire par le long tube n'est pas le moins du monde asphyxié, mais chez lui la polypnée ne peut s'établir.

» Une autre conséquence de cette expérience, c'est que, si l'on met au soleil deux chiens, dont l'un respire par la trachée libre, et dont l'autre respire par le long tube de caoutchouc, aucun des deux ne sera asphyxié; mais le chien qui respire par le tube ne pourra respirer que 80 fois par minute, et alors il s'échauffera, tandis que l'autre, respirant 350 fois par minute, conservera, malgré la chaleur extérieure, sa température normale.

En effet, cette respiration fréquente a pour but non le renouvellement des gaz du sang, mais l'évaporation d'eau à la surface pulmonaire.

» Cette évaporation amène un refroidissement extrême. J'ai pu enregistrer directement par la balance cette déshydratation. Dans certains cas, elle est, par heure, de 11^{gr} d'eau par kilogramme d'animal, ce qui correspond à l'énorme déperdition de 6000^{cal}.

» Je serais tenté de croire que c'est l'acide carbonique par sa présence (et non l'oxygène par son absence) qui exerce cette influence de ralentissement sur la respiration polypnéique. En effet, si l'on fait respirer à un chien polypnéique un mélange gazeux contenant 60 parties d'oxygène et 40 parties d'acide carbonique, la polypnée continuera d'abord pendant une minute ou deux; puis elle cessera graduellement pour faire place à une respiration lente et profonde. Pourtant l'oxygène était en grand excès dans le mélange gazeux : ce n'est donc pas par défaut d'oxygène que la polypnée a cessé.

» Quand un chien trachéotomisé est exposé au soleil, de manière à respirer 300 fois par minute, il suffit de faire passer doucement un peu d'acide carbonique dans la canule trachéale, pour ralentir, au bout de quelques minutes, son rythme respiratoire.

» Il est intéressant de remarquer que, sur un chien qui n'est pas au soleil et qui respire normalement (20 à 30 fois par minute), la même expérience, c'est-à-dire l'introduction dans les poumons d'un air riche en acide carbonique, a un effet précisément inverse, à savoir l'accélération légère du rythme respiratoire. L'excès d'acide carbonique ralentit énormément l'extrême polypnée des chiens échauffés, et il accélère quelque peu la respiration normale d'un chien qui respire tranquillement.

» Tous ces phénomènes sont d'ordre central. La section des nerfs vagues n'a *aucune influence* sur ces diverses manifestations de l'activité du bulbe rachidien qui préside à la respiration.

» D'autre part, chez les animaux chloralisés très profondément, de manière que toute action réflexe soit abolie, on voit persister le ralentissement de la polypnée par le fait de l'acide carbonique.

» Nous croyons donc avoir démontré que la polypnée thermique est un rythme respiratoire sans rapport de causalité avec les phénomènes chimiques interstitiels, et que, dans ce cas, la respiration n'est pas nécessitée par le défaut d'oxygène ou l'excès d'acide carbonique. C'est en effet tout le contraire, puisque la respiration fréquente ne peut se produire que quand il y a dans le sang excès d'oxygène et faible tension d'acide carbonique. La

polypnée thermique contribue sans doute aux nécessités chimiques de la respiration des tissus, mais ce n'est pas là son rôle : c'est un moyen de réfrigération que la nature met en œuvre chez les animaux qui ne peuvent pas perdre de l'eau par la transpiration cutanée (¹). »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Structure de la branchie des Gastéropodes prosobranches.* Note de M. **Félix Bernard**, présentée par M. de Quatrefages.

« Mes recherches ont porté sur de nombreux genres appartenant à diverses familles de Scutibranches de Tænioglosses, de Rachiglosses et de Toxiglosses. Elles m'ont permis d'étudier en détail les éléments qui composent les lamelles branchiales, et d'établir, dans tous les types examinés, l'identité de structure de ces organes, qu'ils appartiennent au type des branchies monopennées ou à celui des branchies bipennées.

» 1° L'*épithélium* de la branchie apparaît toujours comme formé de deux sortes d'éléments : des *cellules columnaires* s'insérant sur la membrane basilaire par un prolongement effilé, parfois ramifié, et se terminant d'autre part par un plateau cilié. Les plateaux des cellules contiguës se touchent de manière à former une mosaïque régulière et continue, au-dessous de laquelle se trouvent, entre les groupes des cellules précédentes, de petits amas de *cellules mucipares* sphériques ou ovoïdes. L'épithélium du manteau et de la fausse branchie offrent aussi ces deux sortes d'éléments.

» 2° La *membrane basilaire* de l'épithélium forme sur chaque face, le long du bord interne pour les branchies monopennées, un épaississement résistant, de section triangulaire, qui est la prétendue *tige cartilagineuse* de soutien. Cet épaississement est formé de couches superposées et ne présente pas trace de cellules. Ce n'est donc pas, comme on le dit si souvent, du cartilage.

» 3° Entre les deux lames de la membrane basilaire sont des *cellules étoilées*, à prolongements anastomosés, tantôt isolées, tantôt réunies en îlots surtout près des bords, où ils sont parfois alignés avec régularité. C'est le tissu conjonctif ordinaire des lacunes.

» 4° Un faisceau de *fibres musculaires* longitudinales s'étend jusqu'à la pointe : il s'en détache des fibres qui vont obliquement vers le bord externe.

(¹) Travail du laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine de Paris.

» D'autres fibres, transversales, souvent nettement ramifiées à leur extrémité, ont une existence et une disposition moins constantes. Il en est de même d'un autre système de fibres longitudinales, formant parfois avec le précédent un grillage serré. Toutes ces fibres se rencontrent de part et d'autre de la lacune centrale.

» L'innervation de la branchie, comparée à celle de la fausse branchie, fera l'objet d'une prochaine Communication.

» Au sujet de la circulation, j'ai été amené à reprendre les recherches récentes de MM. Wegmann et Boutan. Ces anatomistes ont indiqué, l'un chez l'Haliotis, l'autre chez la Fissurelle, des vaisseaux se trouvant sur chacun des bords de la lamelle, et réunis par des capillaires transversaux. De nombreuses injections, des coupes et des préparations par transparence obtenues en enlevant l'épithélium par des réactifs dissociants, me permettent d'affirmer que dans ces deux genres, comme dans tous ceux que j'ai pu étudier jusqu'ici, il n'existe ni vaisseaux, ni capillaires, c'est-à-dire aucun canal circonscrit par une tunique musculaire ou endothéliale.

» D'après M. Boutan, « les lamelles sont formées d'un tissu spongieux » rempli de petites lacunes que leur taille infime doit faire assimiler aux » capillaires (1). » Or, toute assimilation de lacunes, si petites qu'elles soient, à des capillaires, me paraît contraire à ce qu'on sait de plus précis sur la morphologie de l'appareil circulatoire.

» D'autre part, M. Wegmann avait auparavant figuré (2) et décrit, avec plus de détails que M. Boutan, un système compliqué de vaisseaux capillaires chez l'Haliotis. Or, depuis longtemps, H.-Milne Edwards a annoncé que les organes des Gastéropodes (sauf peut-être le rein) présentent toujours des lacunes et non des capillaires. Il était donc intéressant de vérifier si la branchie fait exception à cette règle.

» J'ai reproduit sans difficulté, par des injections, les aspects figurés par M. Wegmann; mais je les explique d'abord par les plissements transversaux bien connus de la lamelle, et aussi par l'alignement presque régulier des cellules ou des groupes de cellules conjonctives. Les prétendus vaisseaux des deux bords ne sont que des portions de la lacune où le tissu conjonctif est clairsemé et où, par suite, la masse à injection circule facilement.

» L'espace compris à l'intérieur de la double membrane basilaire n'est

(1) *Archives de Zoologie expérimentale,* 2e série, t. III, *Suppl.,* p. 37.
(2) *Ibid.,* 2e série, t. II, pl. XIX.

ainsi qu'un simple diverticule de la lacune générale qui règne entre les deux lames du manteau. Mes études donnent donc raison à Milne-Edwards.

» J'ajouterai que, chez les Aplipidés et les Bullidés, la branchie est formée par le reploiement plus ou moins compliqué d'une lamelle unique dont la structure est la même que celle qui vient d'être décrite pour les branchies pectinées (1). »

GÉOLOGIE. — *Sur l'analogie des roches anciennes, éruptives et sédimentaires, de la Corse et des Pyrénées orientales.* Note de M. **Ch. Depéret**, présentée par M. Hébert.

« Un récent voyage en Corse m'a permis de constater d'étroites analogies entre les roches anciennes et entre les termes les plus inférieurs de la série sédimentaire de la Corse et de la chaîne orientale des Pyrénées.

» 1° *Roches éruptives anciennes.* — La partie centrale du massif granitoïde d'Ajaccio est formée par un *granite* à mica noir, porphyroïde, exploité dans la ville même. De part et d'autre de ce point, on voit le granite devenir plus grenu par l'individualisation plus complète des cristaux de quartz, et passer d'*une manière insensible* à une *granulite à mica noir* ou, si l'on veut, à un *granite granulitique*, véritable roche de passage entre la granulite type et le granite, auquel elle paraît se rattacher d'une manière intime au point de vue de son âge.

» Ainsi, en se dirigeant à l'ouest vers les îles Sanguinaires, on trouve la granulite à mica noir, à feldspath le plus souvent rose, jusque auprès de la pointe de la Parata; mais, avant d'atteindre cette pointe, on voit cette dernière roche pénétrée de gros filons irréguliers d'une *granulite franche*, à deux micas, le mica blanc plus abondant; le plus souvent cette granulite prend l'aspect de la *pegmatite* à grandes lames de mica blanc et parfois celui de la *pegmatite graphique*. Enfin la pointe Parata elle-même est constituée par une *diorite* à grain fin, qui, à son contact avec la granulite à mica noir, alterne avec cette roche dont elle paraît contemporaine.

» De même, à l'est d'Ajaccio, sur la route de Cauro, on observe le passage graduel du granite porphyroïde à la granulite à mica noir, qui occupe de vastes surfaces vers le sud-est jusque dans la vallée du Taravo; en re-

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire de Malacologie du Muséum.

montant cette vallée, on voit à son tour cette granulite repasser au granite vers le col de Granace. Dans la région de Cauro et de Santa-Maria-Siché, la granulite à mica noir est traversée par de nombreux filonnets de *granulite* franche à grain fin et de pegmatite.

» Sur le versant oriental des chaînes centrales de l'île, les masses granitiques sont également limitées à l'extérieur par une bordure granulitique; mais, ici, la plus grande partie du mica brun a été remplacée par la chlorite, et le granite passe ainsi d'une manière graduelle à une véritable *protogyne*, avec mica noir parfois assez abondant. Il est facile d'observer ce passage notamment entre Zicavo et le col de Verde, entre Ghizoni et Vivario, etc.

» Des faits analogues existent dans les Pyrénées orientales : je citerai surtout le massif granitoïde qui s'étend de l'ouest à l'est entre les vallées de l'Aude, de la Têt et de la Boulsane; sa partie centrale, de la forêt de Salvanère à Bélesta, est composée d'un *granite* franc, porphyroïde. Celui-ci passe insensiblement vers les bords à un *granite* à deux micas et à texture granulitique. Le passage entre ces deux roches est tellement graduel qu'il est presque impossible d'en tracer sur la carte la limite précise. Enfin, comme dans l'île de Corse, ce granite granulitique est traversé par des filons de *granulite à mica blanc* et de *pegmatite* abondants, surtout dans les parties les plus extérieures du massif cristallin (Salvesimes, Lesquerde, Caladrog, Ille, Rodès).

» Peut-être dans les deux régions l'auréole de granite granulitique qui entoure ou borde les massifs de granite porphyroïde est-elle attribuable à une action secondaire exercée sur le granite par l'apparition de la granulite?

» Un autre rapprochement entre la Corse et les Pyrénées est relatif à l'âge du granite. Dans les deux contrées, le granite franc, aussi bien que le granite granulitique empâtent fréquemment des bandes, des amandes ou même des fragments anguleux de schistes bruns semblables aux phyllades *cambriens*. En général, l'abondance et le volume de plus en plus grands de ces débris empâtés par le granite et souvent métamorphisés annoncent le voisinage d'un massif cambrien appuyé sur le granite qui l'a pénétré en disloquant ses couches inférieures. Je signalerai ce fait en Corse dans la vallée du Taravo, surtout à Frassato, aux bains de Guitera, etc., et dans les Pyrénées : à Montferrer, dans la vallée du Tech, à Montlouis dans la vallée de la Têt, et surtout dans le massif granulitique de Sournia. En Corse, comme dans cette région des Pyrénées, le granite et la granulite à mica noir qui l'accompagnent sont donc *post-cambriens* ou au moins *cambriens*.

» 2° *Terrain cambrien.* — Les roches sédimentaires les plus anciennes que j'aie observées en Corse sont : dans le sud-est de l'île, auprès de Zicaro, des phyllades bruns ou satinés, souvent même gneissiques ou pétrosiliceux, ayant pour caractère commun la présence de nombreux filons de quartz gras blanc ou bleuâtre; dans le centre et dans le nord de l'île, les phyllades sont verdâtres, chlorités, peu micacés, avec filons de quartz plus rares. L'ensemble des caractères de ces masses schisteuses puissantes permet de les attribuer sans hésitation aux schistes dits *cambriens* dont le type est dans les phyllades de Saint-Lô. Ces schistes cambriens ont aussi dans les Pyrénées orientales un développement considérable, sans doute de plusieur milliers de mètres; ils s'y présentent d'ailleurs avec le même aspect que dans le sud-est de la Corse.

» Mais l'analogie la plus frappante entre les deux pays est dans la constance vers le sommet de cette masse schisteuse d'une assise épaisse de calcaire cristallin, blanc, gris, bleuâtre ou même verdâtre dans certains points, composé d'une succession de petits lits réguliers, ce qui donne à la coupe une apparence zonée caractéristique. C'est ce calcaire riche en minéraux (sulfures, sidérose, etc.) que M. l'inspecteur général Jacquot a fait connaître sous le nom expressif de *calcaire-dalle,* et qu'il a poursuivi d'un bout à l'autre de la chaîne pyrénéenne.

» En Corse, le calcaire cambrien, presque partout exploité comme marbre, est absolument identique à celui des Pyrénées. Je puis le signaler formant une bande plus ou moins continue depuis Ghizoni (défilé de l'Insecca) au sud jusqu'à Bastia, en passant par Vivario, San Pietro, Corte, le col de Tighime. M. Hollande (*Annales des Sciences géologiques,* t. IX, 1877) a déjà signalé ce calcaire cristallin, mais en le rapportant tantôt au carbonifère, comme à Corte, tantôt à un terrain paléozoïque indéterminé plus ancien que le carbonifère.

» Comme dans les Pyrénées, le calcaire cambrien alterne à sa base avec les schistes, mais il constitue surtout vers la partie supérieure de la formation une masse puissante, surmontée encore par un paquet de schistes cambriens : c'est ce qui s'observe nettement dans la basse vallée de la Restonica, à Corte. Ici l'on voit une zone calcaire inférieure, d'une trentaine de mètres, séparée par des schistes chloriteux d'une masse calcaire supérieure, épaisse de 100^m au plus. Le calcaire cambrien est donc loin d'atteindre l'épaisseur qu'il possède dans certaines parties des Pyrénées, par exemple dans la vallée du Tech. Il est à remarquer que dans la chaîne des Albères, qui termine les Pyrénées du côté de la mer, le calcaire cambrien est aussi très réduit en puissance.

» La découverte en Corse du calcaire-dalle cambrien fait ressortir l'importance de cette assise comme horizon géognostique de première valeur dans le bassin de la Méditerranée. »

GÉOLOGIE. — *La géologie du Cherichira (Tunisie centrale)*. Note de M. J. Errington de la Croix, présentée par M. Albert Gaudry.

« Le Djebel Cherichira est situé à 30^{km} à l'ouest de Kairouan. La route qui y mène parcourt d'abord une plaine quaternaire, sablo-limoneuse, très monotone. Au confluent des rivières Cherichira et Lekouam, le paysage change d'aspect. Longeant le premier de ces cours d'eau, le chemin s'engage entre des collines calcaires où certaines zones sont criblées de Nummulites (*N. Biarritzensis* et *N. perforata*) caractéristiques de l'étage éocène.

» A mesure que l'on s'avance, la stratification devient plus apparente et, au moment où l'on débouche dans la vallée du Cherichira, on aperçoit une grande face calcaire plongeant au nord-ouest et dont la crête suit une direction ouest-sud-ouest.

» Le cours d'eau fait ici un coude où nous avons trouvé une bande de marne-calcaire à *Ostrea strictiplicata* Raulin. Une fouille nous a fourni de nombreuses côtes et vertèbres de Sirénien (*Halitherium*), des dents de Sauriens, des fragments de carapace de Tortue et une vertèbre de très grand Crocodile.

» Quittant la rivière à ce point, nous avons remarqué une couche d'huîtres de 1^{m} d'épaisseur environ, reposant sur la base du Djebel Gourine et entièrement constituée par l'*Ostrea Clot-Beyi* Bellardi. Dans son voisinage immédiat, nous avons recueilli de nombreux moules de *Venericardia affinis*, d'*Avicula*, *Pectunculus*, *Tellina*, *Plicatula*, *Venus*, *Lucina*, *Xenophora*, *Cassidaria* et *Ovula Bellardii* Deshayes, ainsi que des spécimens de *Solecurtus elongatus* d'Orbigny et de *Carolia placunoides* appartenant à l'horizon nummulitique d'Égypte. La couche d'huîtres se continue à l'ouest au pied des calcaires de la rive droite.

» Ceux-ci reparaissent un peu plus au nord, déterminant parallèlement à la crête citée plus haut une suite d'arêtes fortement redressées. Ils renferment le *Pecten Michelottii* d'Archiac, les *P. affinis*, *P. corneus* d'Arch., *Pholadomya Puschi* Goldfuss, une *Turritella* d'une forme voisine de la *T. turris* du miocène; ces calcaires sont également riches en *Eupatagus ornatus* (Biarritz), *Turritella imbricataria*, *Schizaster*, *Echinolampas*, une petite espèce de Nummulite (*N. Lucasana*) et de nombreux Échinides.

» Entre chacune de ces arêtes sont venues se déposer des alluvions sableuses et limoneuses, qui ont apporté avec elles des troncs d'arbres silicifiés dont nous retrouverons plus tard de nombreux exemplaires.

» En continuant vers l'ouest et traversant l'oued Lekouam, nous rencontrons, au-dessus de la fontaine *Ain Lemora*, les calcaires nummulitiques de la rivière Cherichira. Ils émergent plus loin encore, formant l'ossature du massif principal, Djebel El-Aoufia, dont le pic abrupt se dresse à 500^m d'altitude. La roche y est peu fossilifère; elle présente des stratifications très nettes et plonge au nord avec une inclinaison assez rapprochée de la verticale. La direction générale est la même que celle précédemment observée.

» Au sud du piton d'El-Aoufia, nous avons noté une puissante formation marno-gypseuse; nous n'y avons pas trouvé de fossiles, mais, par analogie avec le même régime tertiaire déjà signalé par M. Rolland dans les environs de Makter, elle appartient sans doute à l'éocène moyen ou peut-être supérieur.

» Si maintenant nous revenons dans la presqu'île formée par les deux rivières, au nord des arêtes calcaires ferrugineuses mentionnées plus haut, l'horizon change brusquement. Au-dessus de la couche éocène et en concordance de stratification, s'élève une crête escarpée de près de 400^m d'altitude, le Djebel Sfah-Nahal, constitué par des grès de couleur brune, grise ou jaune, très tendres à la base, plus durs au-dessus. Ils plongent au nord-ouest sous un angle de 60° environ et ont une direction parallèle à celle des calcaires nummulitiques.

» La partie dure de cette mollasse renferme de nombreux débris de coquilles; la partie tendre contient de grandes scutelles, des *Tellina lacunosa*, des *Balanus* et des peignes de plusieurs espèces de la série miocène. Au pied de la montagne, sur le versant nord et reposant sur les grès durs, surgissent plusieurs pointes de grès sableux grossiers, très friables et de couleur claire; ils contiennent des coquilles indéterminables et une grande quantité d'ossements fossiles. C'est là le gisement qui a fourni la dent de Mastodonte expédiée dernièrement au Muséum.

» Plusieurs fouilles nous ont donné des dents de Crocodile et de Lamna, et divers os de Mastodonte, entre autres des fragments de côtes, d'os plats et de défense, ainsi qu'un humérus (sans épiphyses) et une dent de jeune individu. Au pied du massif, nous avons noté une mince couche d'huîtres indéterminables, accompagnées d'*Ostrea Gingensis* et d'*Ostrea crassissima* du miocène algérien.

» A côté du gisement du Mastodonte se détache un petit éperon de

marne sableuse à *Helix*, de coloration rouge, surmontée d'un poudingue pliocène à ciment calcaire. C'est au bas de cet éperon qu'a été trouvée la mandibule de Mastodonte que possède le Muséum.

» Au-dessus de la formation miocène gréseuse commence une série sédimentaire à sables siliceux, alternant avec des argiles et des marnes, et renfermant de nombreux végétaux silicifiés qui ont dû être amenés là, ainsi que ceux observés plus bas, par les eaux de l'Oued-Lekouam.

» Ce cours d'eau descend, en effet, d'un bassin qui, suivant M. Thomas, aurait été comblé par un atterrissement fluvio-lacustre à *Helix*, analogue au pliocène lacustre du nord de Biskra.

» Les fossiles rapportés par nous ont été déterminés au laboratoire de Paléontologie du Muséum par M. le Dr Paul Fischer, auquel nous exprimons ici toute notre reconnaissance. Nous adressons également nos vifs remercîments à M. Thomas, pour les précieux renseignements qu'il a bien voulu nous fournir sur le Cherichira. Nous publierons plus tard un Mémoire plus détaillé, avec cartes et coupes; mais, pour nous résumer, nous voyons que cette région présente un développement fort intéressant du groupe tertiaire :

» I. Une période éocène à calcaires nummulitiques, avec *Ostrea stricti-plicata* (l'*O. Boghariensis* de Nicaise, espèce dominante des plateaux d'Algérie), correspondant à l'horizon tertiaire des Pyrénées occidentales ;

» II. Un étage miocène de grès à scutelles, à peignes et *O. crassissima*, renfermant des ossements fossiles de Mastodonte ;

» III. Enfin, une formation pliocène fluvio-lacustre à marnes sableuses, avec *Helix* et végétaux silicifiés.

» Cet ensemble remarquable, enfermé dans une aire de 6km de long sur 3km de large, nous paraît appelé à devenir un type classique du terrain tertiaire dans le nord de l'Afrique. »

M. D. Monclar adresse une Note relative : 1° à la résistance au froid que présente le Figuier de Barbarie (*Cactus opuntia*); 2° à un exemple remarquable de vitalité, offert par une vigne dont toutes parties aériennes ont été coupées pendant trente-cinq années consécutives.

M. Rey de Morande adresse une Note « Sur les oscillations de la mer pendant les temps géologiques. »

La séance est levée à 4 heures un quart.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 1er AOUT 1887.

Cours d'Analyse de l'École Polytechnique; par M. C. JORDAN. T. III : *Calcul intégral. Équations différentielles.* Paris, Gauthier-Villars, 1887; in-8°.

Théorie générale des fonctions de PAUL DU BOIS-REYMOND. Traduit de l'allemand par G. MILHAUD et A. GIROT. Paris, A. Hermann, 1887; in-8°.

Climatologie de la ville de Fécamp. Ses rapports avec la météorologie du département de la Seine-Inférieure; par CHARLES et EUGÈNE MARCHAND. Le Havre, Lepelletier, 1887; in-8°. (Présenté par M. Hervé Mangon.)

Association française pour l'avancement des Sciences. Compte rendu de la 15e session. Nancy (1886). Seconde Partie : *Notes et Mémoires.* Paris, au secrétariat de l'Association, 1887; gr. in-8°. (Présenté par M. Friedel.)

Bulletin de la Société géologique de France; 3e série, T. XV, feuilles 19-26 (27 février-21 mai 1887), *Pl. VIII-IX.* Paris, au siège de la Société, 1886 à 1887; br. in-8°.

Précis de Pétrographie. Introduction à l'étude des roches; par A. DE LASAULX. Traduit de l'allemand par H. FORIR. Paris, J. Rothschild, 1887; in-18.

Tafel der Viertel-Quadrate aller ganzen Zahlen von 1 *bis* 200 000; *von* JOSEPH BLATEN. Wien, 1887; in-4°.

Proceedings of the London mathematical Society, nos 291-294; br. in-8°.

Memorie della Società degli spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura del Prof. P. TACCHINI; Dispensa 4a, vol. XVI, aprile 1887. Roma, tipografia eredi Botta, 1887; br. in-4°.

Rendiconto dell' Accademia delle Scienze fisiche e matematiche; serie 2a, vol. I (anno XXVI), fasc. 5°; maggio 1887. Napoli, 1887; br. in-4°.

Boletin de la Academia nacional de ciencias en Cordoba (Republica argentina); junio 1886, T. IX. Buenos Aires, 1886; br. in-8°.

Journal of the College of Science, Imperial University, Japan; vol. I, part III. Tokyo, Japan, 1887; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 16 AOUT 1887.

PRÉSIDENCE DE M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Note sur les travaux récents exécutés à l'observatoire de Meudon;* par M. **J. Janssen.**

« Je pense que l'Académie entendra avec intérêt le compte rendu des principaux travaux qui sont en cours à l'observatoire de Meudon.

» *Photographie solaire.* — La collection des photographies solaires de l'Observatoire est actuellement considérable. Elle représente déjà l'histoire de la surface solaire pendant les dix dernières années.

» Tout en cherchant à constituer des Annales du Soleil, on a porté surtout ses efforts vers le perfectionnement de la méthode qui sert à obtenir ces images solaires. Nous sommes arrivés actuellement à obtenir sur le même cliché les détails des parties les moins lumineuses, telles que les bords du disque et les pénombres des taches, en même temps que ceux des parties les plus éclatantes.

» J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie un agrandissement de la tache du 22 juin 1885 et de celle qui a paru en juin dernier. Ces agrandissements, qui sont à une échelle décuple environ de celle des originaux, ont été obtenus avec l'appareil que M. Delessert a généreusement offert à l'Observatoire.

» La tache du 22 juin 1885 est extrêmement intéressante. Elle offre un spécimen de presque tous les phénomènes que les taches peuvent présenter. J'ai déjà entretenu l'Académie d'une circonstance remarquable présentée par cette tache. Les stries de la pénombre et la facule qui l'entoure sont constituées par des granulations semblables, comme forme et dimensions, à celles qui constituent la surface entière du Soleil. Or, sur la magnifique tache ronde de juillet dernier, le même phénomène se reproduit. Et j'ajoute que cette circonstance semble d'autant mieux se réaliser sur les autres clichés que la netteté des images est plus grande. Nous pouvons donc considérer déjà comme presque démontré que la surface entière du Soleil est constituée d'une manière uniforme, et que ces éléments, que nous nommons *granulations*, sont en effet les éléments constitutifs de toutes les parties de la surface de l'astre.

» J'aurai à revenir sur ce fait important et sur la constitution physique et chimique de cette granulation élémentaire, mais je tenais dès aujourd'hui à constater ce résultat, entièrement dû à la Photographie.

» *Prochaine éclipse.* — L'éclipse totale, qui va se produire le 19 de ce mois dans l'Europe orientale et en Asie, sera observée par un nombre considérable d'astronomes. Bien que la moisson de découvertes par l'application de l'analyse spectrale à ces grands phénomènes commence à s'épuiser, il reste encore néanmoins d'importantes études à faire, principalement sur les régions circumsolaires. J'aurais souhaité de pouvoir prendre part à ces observations, mais l'état de ma santé et mes devoirs académiques ne l'ont pas permis. Je me félicite que MM. Young, Tacchini et autres éminents observateurs aient pu le faire. J'ai néanmoins la satisfaction d'annoncer à l'Académie que l'observatoire de Meudon sera représenté dans cette circonstance. J'ai chargé M. Stanoiëwitch, élève de l'Observatoire, de prendre, par la méthode de photométrie photographique que j'ai proposée, la mesure de l'intensité lumineuse de la couronne.

» La couronne et les autres phénomènes circumsolaires forment actuellement l'objet principal des études provoquées par une éclipse totale. Il y a donc un intérêt réel à obtenir le rapport exact (qui n'a jamais été

obtenu) du pouvoir lumineux de ces phénomènes avec celui du globe solaire lui-même.

» La Photographie peut aujourd'hui nous donner fort exactement ce rapport, par l'emploi d'une méthode très simple.

» L'Académie se rappelle que j'ai proposé, il y a déjà plusieurs années, une méthode photométrique basée sur la Photographie, pour obtenir les valeurs relatives de l'intensité de deux sources lumineuses. Cette méthode est fondée sur ce principe que les intensités lumineuses de deux sources sont entre elles dans le rapport des temps que ces sources emploient pour accomplir des travaux photographiques égaux. J'aurai à revenir sur le principe et les applications de cette méthode ; aujourd'hui, je n'ai à en parler que par rapport à l'intensité lumineuse de l'auréole solaire qui va se montrer le 19 août prochain, c'est-à-dire dans quelques jours.

» Pour cette application spéciale j'ai fait construire un appareil basé sur le même principe que celui du revolver photographique, qui, comme on le sait, a été imaginé à l'occasion du passage de Vénus en 1874, et dont notre Confrère M. Marey a tiré un si admirable parti pour la disposition de ses instruments et de ses expériences. Cet appareil donne une série d'images, ou plutôt de secteurs à teinte plate, impressionnés par la lumière de la source à étudier pendant des temps successivement croissants de 1 à 10. Lorsque l'expérience a été faite successivement avec les deux sources à comparer, il ne reste plus qu'à chercher, dans les deux séries d'images, celles qui présentent des intensités égales. Le rapport des temps correspondants donne celui des pouvoirs lumineux photographiques des sources comparées.

» M. Stanoïëwitch a donc emporté l'appareil dont je viens de parler. J'espère que le temps favorisera ses observations. Son savoir et son habileté feront le reste.

» *Études sur les lois de l'absorption élective chez les gaz.* — Les études sur les gaz, dont j'ai déjà entretenu l'Académie, se poursuivent régulièrement.

» On se rappelle que, pour l'oxygène, j'avais constaté que l'absorption élective se manifestait par deux ordres de phénomènes : un système de raies et un système de bandes. D'après les nouvelles recherches, le système de bandes serait régi par la loi du carré de la densité, tandis que le système des raies serait soumis à celle de la simple densité, c'est-à-dire que, tandis que les raies obscures ont une intensité qui semble proportionnelle au produit de la longueur de la colonne gazeuse par sa densité, les

bandes ont une intensité qui est proportionnelle au produit de cette même longueur par le *carré* de la densité gazeuse.

» Cette dualité si singulière des lois de l'absorption dans l'oxygène permet d'obtenir tantôt les raies sans les bandes, tantôt les bandes sans les raies et, comme cas singulier, les deux phénomènes simultanés.

» J'ai pu constater la production des bandes de l'oxygène par l'action de l'atmosphère terrestre; je me réserve de les rechercher dans les enveloppes gazeuses du Soleil.

» Tous ces résultats ne sont qu'énoncés ici, afin de me permettre une étude ultérieure suffisamment approfondie. J'aurai l'honneur de rendre compte à l'Académie des expériences et des observations qui ont servi à constater ces faits nouveaux. »

PHYSIOLOGIE. — *Nouveaux documents sur les relations qui existent entre le travail chimique et le travail mécanique du tissu musculaire. — Du coefficient de la quantité de travail mécanique produit par les muscles qui fonctionnent utilement dans les conditions physiologiques de l'état normal;* par M. A. Chauveau, avec la collaboration de M. Kaufmann.

« Pour comparer le coefficient de la chaleur absorbée par la contraction musculaire utile [1] avec celui du travail mécanique qu'effectue cette contraction, dans les conditions physiologiques de l'état normal, il fallait posséder une détermination directe de ce travail. Le muscle *releveur de la lèvre supérieure du cheval* me l'a fournie, grâce à l'emploi du dynamographe spécial dont il a déjà été question dans mes précédentes Notes.

» *Principe de construction de l'appareil.* — Je rappellerai que le muscle est relié à l'organe qu'il est chargé de mouvoir, c'est-à-dire la lèvre supérieure, par un tendon qu'une expansion aponévrotique terminale réunit à celui du côté opposé. Supposons que ce tendon soit élastique, sur une partie peu étendue et parfaitement délimitée de son trajet. A chaque contraction du muscle, cette partie élastique du tendon s'allongera, sous l'influence de l'effort musculaire, et ses deux extrémités se déplaceront inégalement; elles s'écarteront d'autant plus l'une de l'autre que l'effort musculaire sera plus énergique pour vaincre une résistance plus considérable. Or, de cet écartement des extrémités de la partie élastique du tendon,

---

[1] Voir la Note de la séance précédente (*Comptes rendus*, t. CV, p. 296).

il est possible de déduire, à la fois, la mesure de la résistance mise en mouvement par la force née de la contraction musculaire et la mesure du chemin parcouru par cette résistance, c'est-à-dire le travail mécanique accompagnant le raccourcissement du muscle. Il suffit de traduire la valeur de cet écartement, en poids soulevé verticalement pour la détermination de la résistance, en longueur métrique pour celle de la hauteur à laquelle celle-ci serait entraînée. L'une et l'autre de ces déterminations sont faciles à obtenir : la première au moyen d'un étalonnage préalable, la seconde par la mesure directe de l'allongement de la partie élastique du tendon.

» On peut supposer de plus que les deux extrémités de cette partie élastique soient reliées convenablement à un appareil enregistreur; celui-ci traduirait et fixerait alors sur deux courbes indépendantes et juxtaposées toutes les valeurs de l'allongement imprimé au tendon par chaque contraction musculaire; c'est une condition indispensable à l'utilisation du procédé.

» *Description du dynamographe.* — Il est facile de réaliser effectivement les conditions qui viennent d'être supposées. D'abord on peut rendre élastique une région du tendon du muscle releveur de la lèvre. Pour cela, il suffit d'exciser une partie de ce tendon et de la remplacer par une lanière de caoutchouc. Celle que j'emploie est un morceau de tube mince, de 3^{mm} de diamètre et de 3^{cm} de longueur. Avec ces dimensions, cette pièce, qui constitue l'organe fondamental du dynamographe, présente une sensibilité suffisante et n'apporte pourtant pas de trouble notable dans la manière de travailler du muscle.

» Pour l'inscription des mouvements qui servent à la détermination du travail, les deux extrémités du ressort sont reliées par des fils fins et souples, aux leviers de deux tambours transmetteurs que l'animal porte sur le nez, tambours conjugués avec deux autres tambours récepteurs ou inscripteurs.

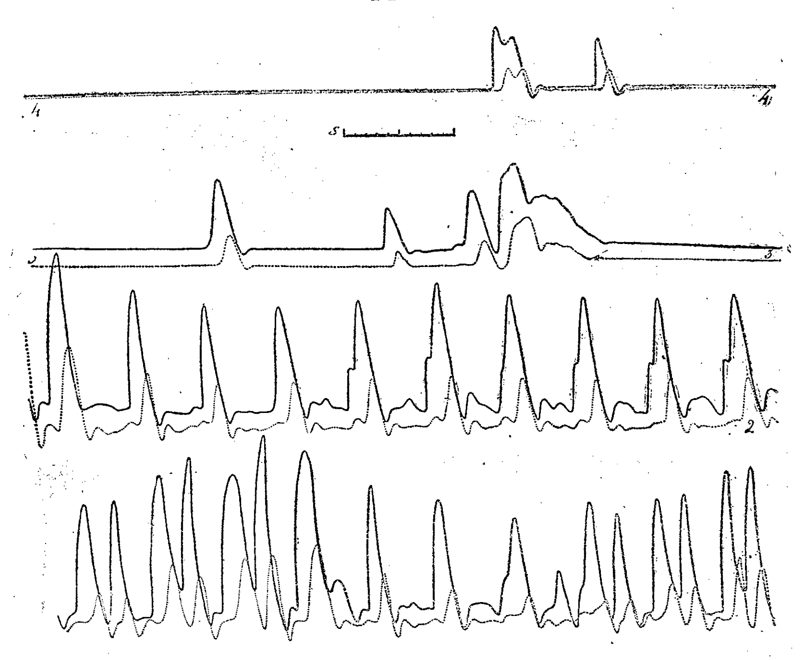
» Les tambours transmetteurs sont fixés, par des organes appropriés, sur une tige implantée, au moyen d'un pas de vis, entre les os propres du nez et dans l'épaisseur de la cloison nasale. On dispose ces tambours de manière que les deux fils qui en actionnent les leviers s'échappent dans le même sens, en suivant la direction du tendon et en formant un même angle, extrêmement aigu, avec cette direction; ces fils doivent tomber à angle droit, à peu près, sur l'extrémité des leviers.

» Quant aux tambours inscripteurs, on les superpose exactement, pour que les axes des leviers soient placés dans le même plan et que leurs

pointes, légèrement en avance l'une sur l'autre, dans le but d'éviter l'accrochement réciproque, se trouvent en rigoureuse coïncidence; elles tracent alors, sur le papier noirci du cylindre enregistreur, soit une seule et même ligne, formant abscisse, si l'enregistreur se meut, le muscle restant au repos, soit des arcs parfaitement parallèles, quand c'est le muscle qui fonctionne et le cylindre enregistreur qui garde l'immobilité.

» Les membranes de chaque groupe de tambours doivent avoir la même épaisseur et la même tension; les leviers, la même longueur. Alors tous les mouvements imprimés au ressort, sans changements dans les rapports des extrémités de celui-ci, respectent tout à fait la coïncidence des pointes écrivantes. Cette égalité, dans la sensibilité des deux systèmes, est, du reste, facile à acquérir si elle n'a pu être obtenue d'emblée par les soins apportés à la construction : les petites corrections dont on peut avoir besoin sont demandées à de légers changements dans la position du contact des leviers avec leur point d'appui.

» *Indications fournies par le dynamographe.* — Lorsqu'un repas d'avoine est offert à un animal muni de cet appareil, chaque contraction musculaire



s'inscrit avec la plus grande régularité, comme le démontre la figure ci-dessus : c'est un bon échantillon des tracés qu'il est possible d'obtenir. Cette figure représente quatre parties différentes de la feuille de tracés

d'une même expérience. Dans chacune, la ligne pleine donne la représentation graphique des déplacements pour l'extrémité supérieure du ressort et la ligne ponctuée pour l'extrémité inférieure.

» La première section (partie inférieure) a été prise au moment où, le repas étant en pleine activité, l'animal restait constamment le nez sur l'avoine.

» Le n° 2 figure les contractions du muscle après que l'avoine a été retirée à l'animal et pendant qu'il achève de mâcher la provision accumulée dans la bouche.

» Les n°s 3 et 4 ne sont que la suite, interrompue, du n° 2. On y voit que les contractions deviennent de plus en plus rares avant de s'éteindre tout à fait.

» Dans ces quatre tracés, on peut apprécier le nombre et la durée des contractions musculaires à l'aide du trait *s* qui marque la longueur d'une seconde.

» Avant le repas, la pointe des leviers traçait sur le papier une seule et même ligne. La coïncidence n'a pas tardé à s'altérer quand le muscle est entré en travail. Elle s'est rétablie peu à peu lorsque le muscle est retombé au repos. Ceci indique un accroissement de la tonicité permanente du muscle pendant les phases d'activité.

» Une brusque et brève ascension répond dans chaque courbe à la contraction du muscle. La différence entre les sommets des deux courbes mesure à la fois, d'une part, l'effort fait par le muscle pour tendre le ressort, c'est-à-dire la résistance mise en mouvement par la contraction, d'autre part la longueur du chemin que parcourt cette résistance.

» *Transformations en mesures absolues des indications du dynamographe.* — C'est grâce à un étalonnage fait avant et surtout répété après l'expérience que ces indications graphiques relatives peuvent être transformées en indications absolues de poids soulevés verticalement à certaines hauteurs.

» Cet étalonnage peut s'exécuter sur l'animal lui-même, l'appareil étant en place; mais il est plus sûr et plus commode d'agir sur l'appareil isolé. On fixe les deux tambours transmetteurs sur une tige verticale, qui sert également à suspendre le ressort de caoutchouc, *par son extrémité inférieure,* maintenue fixe. L'extrémité supérieure, dirigée en bas, porte un très faible poids donnant au ressort la légère tension qu'il doit avoir, quand il est en place, pour fonctionner régulièrement. Le ressort est ainsi suspendu le long d'une règle métrique, permettant de mesurer très exacte-

ment les allongements que lui font subir des poids graduellement croissants ou décroissants. Les leviers des tambours inscripteurs s'écartent plus ou moins sous l'influence de la traction exercée par ces poids. On inscrit ces écartements sur le cylindre enregistreur, en même temps que les allongements et les poids auxquels ils correspondent, et l'on se procure ainsi tous les éléments nécessaires pour construire une double échelle, celle des poids soulevés et celle de la hauteur à laquelle atteignent ces poids.

» La disposition de l'appareil, pour l'étalonnage, pourrait être inverse, c'est-à-dire que l'extrémité inférieure ou fixe du ressort serait dirigée en bas et l'extrémité supérieure ou mobile dirigée en haut. Il faudrait alors, pour faire agir les poids sur cette dernière extrémité, la prolonger par un fil passant sur une poulie. Cette disposition n'aurait d'autre avantage, si c'en est un, que de simuler un peu mieux les conditions d'application de l'appareil à l'animal.

» Grâce à l'emploi de ces deux échelles et des branches d'un compas, toutes les indications fournies par les feuilles de tracés peuvent être traduites en indications de travail effectué. Il suffit de prendre avec un compas l'espace qui sépare les sommets des deux courbes et de reporter l'intervalle obtenu sur les deux échelles, pour avoir à la fois les éléments de la détermination du poids qu'aurait mis en mouvement chaque contraction et de la hauteur à laquelle celle-ci aurait soulevé ce poids.

» Dans les cas les plus simples, ceux où, dans l'intervalle des contractions, les deux lignes de tracés sont à peu près en coïncidence et marquent qu'il n'y a pas augmentation sensible de la tonicité naturelle, la détermination n'exige aucune traduction spéciale en ce qui concerne la hauteur. C'est autre chose pour la détermination du poids. A l'égard de celle-ci, on doit considérer que la contraction musculaire commence à s'exercer tout à fait au début, sur une résistance voisine de zéro, et que le maximum de résistance vaincue n'est atteint que graduellement, après passage par toutes les valeurs intermédiaires entre zéro et ce maximum. C'est donc seulement la moyenne de ces valeurs, c'est-à-dire la moitié du maximum qui représente le poids réellement entraîné par la contraction musculaire.

» Il y a des cas plus compliqués : c'est quand le tracé de l'extrémité supérieure du ressort reste, soit accidentellement, soit en permanence, au-dessus du tracé de l'extrémité inférieure, dans les intervalles qui séparent les contractions les unes des autres. L'action du muscle s'exerce alors sur une résistance ayant déjà une certaine valeur et dont il faut, naturellement, tenir compte dans le calcul du travail accompli par la contraction muscu-

laire. C'est toujours très facile. D'une manière générale, l'évaluation du travail se compose alors de deux éléments : 1° celui dont il vient d'être question, c'est-à-dire la moyenne des valeurs par lesquelles passe la tension du ressort depuis son minimum (qui est alors toujours supérieure à zéro) jusqu'à son maximum; 2° la valeur de la résistance primitive sur laquelle s'exerce la contraction musculaire jusqu'au début de la période où cette résistance s'accroît assez pour déterminer un brusque et notable surcroît de l'allongement du ressort.

» *Détermination du travail du muscle.* — Rien n'est plus variable que ce travail. En voyant manger les vieux sujets qui sont destinés aux expériences, on peut à coup sûr dire à l'avance quels sont ceux dont le muscle donnera des indications de grande activité et ceux chez lesquels le travail musculaire se montrera languissant. Cela dépend surtout de l'état des dents.

» *Première expérience.* — Sujet de forte taille, très amaigri, encore vigoureux, mauvaise dentition, mastication irrégulière, mouvements de la lèvre supérieure peu étendus et mous. Il est facile de prévoir que l'activité du muscle se montrera très faible.

» L'application du dynamographe est faite sur ce sujet dans des conditions toutes particulières. On fixe l'extrémité inférieure du ressort de manière à empêcher toute transmission de l'action du muscle à la lèvre. Il ne se produit donc pas, à proprement parler, de travail mécanique. Chaque contraction est consacrée purement et simplement à l'allongement et à la distension du ressort, dont l'élasticité, lorsque le muscle se relâche, restitue à celui-ci l'énergie qu'elle en a tirée. Mais, d'après ce qui a été établi par les expériences sur la contraction à vide, l'effort musculaire peut dans ce cas être considéré comme étant à peu près équivalent à celui qui engendre du travail.

» Les tracés obtenus ainsi sont fort beaux. L'analyse appliquée à l'une des parties les plus faciles à traduire a donné les résultats suivants :

» On comptait 178 contractions par minute.

» Chacune d'elles était capable de soulever, en moyenne, un poids de

$$27^{gr},62$$

à une hauteur de

$$1^{cm},17,$$

ce qui fait en grammètres, pour chaque contraction . . . . $0^{grm},323154$
ou, pour le travail total du muscle, en une minute . . . . $57^{grm},521412$

» *Deuxième expérience.* — Sur un grand cheval maigre, bonne dentition, mange bien, très tranquille et très commode. Quatre jours auparavant, il avait subi la section du tendon du muscle releveur de la lèvre du côté droit. L'application du dynamographe est donc faite à gauche. C'est ce sujet qui a fourni les tracés reproduits par

la figure. Voici les résultats obtenus par l'analyse et la traduction d'une partie des tracés :

Nombre de contractions par minute		162
Poids moyen que chaque contraction était capable de soulever		$76^{gr},17$
Hauteur moyenne du soulèvement		$2^{cc},46$
Travail en grammètres	par contraction	1,873
	évaluation totale pour une minute	303,552

» Le muscle pesait $21^{gr},35$; donc le coefficient du travail en une minute, pour 1^{gr} de muscle, représentait, en kilogrammètres,

$$0^{kgm},014217,$$

c'est-à-dire, en équivalence calorique,

$$0^{cal},0003353.$$

» *Troisième expérience.* — Petit bardeau, aveugle, ayant les lèvres très minces et très mobiles. L'animal est un peu difficile; néanmoins l'application de l'appareil s'est faite dans de bonnes conditions. On a pu aussi faire convenablement les opérations nécessaires pour mesurer la quantité de sang qui traverse le muscle et déterminer la quantité d'oxygène que celui-ci prend au sang. Voici les résultats obtenus :

Poids du muscle		13^{gr}
Quantité moyenne de sang qui le traversait en une minute	repos	1,84
	activité	7,80
Quantité d'oxygène cédé au muscle par 100^{gr} de sang (1)	repos	0,00407
	activité	0,01264
Nombre de contractions par minute		134
Poids moyen que chaque contraction était capable de soulever		77^{gr}
Hauteur moyenne du soulèvement		$1^{cm},625$
Travail en grammètres	par contraction musculaire	$1^{grm},251$
	évaluation totale pour une minute	167,667

» D'où l'on tire, pour 1^{gr} de muscle et une minute de temps :

	Repos.	Activité.
1° Coefficient de l'irrigation sanguine	$0^{gr},141$	$0^{gr},600$
2° » de l'absorption de l'oxygène	$0^{gr},00000573$	$0^{gr},00007584$
3° » du travail mécanique		13^{grm}
4° » » » en équivalence calorique		$0^{cal},000031$

(1) Les prises de sang pour l'extraction des gaz ont été faites à un moment où l'activité du travail ne peut être garantie avoir été équivalente à celle qu'il présentait quand on a pris les tracés destinés à le mesurer.

» Cette expérience, intéressante par le nombre et la nature des renseignements qu'elle fournit, doit d'abord être rapprochée de celle qui précède, pour montrer la remarquable concordance des résultats, en ce qui regarde la détermination du travail mécanique : les chiffres 14 (fort) et 13 (faible) grammètres qui expriment le coefficient de ce travail mécanique sont, en effet, très rapprochés l'un de l'autre. Cette concordance n'a rien d'étonnant, quoique les deux sujets de ces expériences différassent l'un de l'autre autant qu'il est possible. Mais ils se ressemblaient en ce point, qu'ils faisaient fonctionner leurs lèvres, le petit surtout, avec une grande vivacité.

» Naturellement, la concordance se retrouve dans la valeur du coefficient du travail exprimé en équivalence calorique :

Pour la deuxième expérience, environ........	$0^{cal},00003350$
Pour la troisième expérience »	$0^{cal},00003050$

» D'après l'expérience de ma précédente Communication (8 août), si l'on avait déterminé directement, par la méthode autocalorimétrique, le coefficient de la quantité de chaleur absorbée par le travail, on aurait obtenu des chiffres sensiblement plus élevés, c'est-à-dire :

Comme minimum...........	$0^{cal},00003500$
Comme maximum...........	$0^{cal},00004200$

» Quoique la concordance entre ces chiffres et les précédents ne soit plus qu'une approximation un peu éloignée, elle n'en est pas moins intéressante à constater; car elle fait prévoir tout le parti qu'on pourra tirer du rapprochement des résultats des méthodes à l'aide desquelles j'ai cherché à déterminer directement le travail mécanique des muscles et son équivalence calorique.

» On arrive, du reste, à constater les plus intéressantes analogies quand on poursuit la comparaison des résultats de l'expérience rappelée plus haut et consacrée à la mesure des quantités de chaleur, par la méthode autocalorimétrique, avec ceux qui auraient été obtenus, dans le cas de la présente expérience troisième, par l'emploi de la même méthode.

» Admettons le fait, très probable, que les températures excédantes auraient été les mêmes dans les deux expériences, soit $0^{\circ},47$ pour les muscles fonctionnant à vide et $0^{\circ},42$ pour les muscles faisant du travail; voici les résultats du rapprochement de ces deux expériences :

	Muscle de l'expérience antérieure.		Muscle de l'expérience actuelle.	
	A. Chaleur totale en 10 minutes dans un muscle pesant 22gr,50.	B. Coefficient de la chaleur produite en 1 minute de travail par 1gr de muscle.	C. Chaleur totale en 10 minutes dans un muscle pesant 13gr.	D. Coefficient de la chaleur produite en 1 minute de travail par 1gr de muscle.
1° Excédent de chaleur produite dans le muscle se contractant à vide.	cal 0,072850	cal 0,000323	cal 0,042770	cal 0,000329
2° Excédent de chaleur produite dans le muscle fonctionnant utilement	0,065100	0,000289	0,038220	0,000294
3° Quantité de chaleur absorbée par le travail du muscle...........	0,009300	0,000034	0,004550	0,000035

» Il suffit de jeter les yeux sur les deux colonnes de coefficients (B et D) pour constater, non pas seulement la ressemblance, mais la presque identité des chiffres qui expriment ces coefficients. Ce n'est là, sans doute, qu'une rencontre de pur hasard. On ne retrouvera pas, je crois, une pareille égalité dans les chiffres des expériences ultérieures. Un tel degré de concordance n'est pas, du reste, nécessaire pour donner confiance dans les résultats de la présente étude.

» En résumé : 1° il est possible de mesurer avec une approximation suffisante, sur le releveur de la lèvre du cheval, le travail mécanique accompli normalement par le tissu musculaire *en état de fonctionnement physiologique régulier*, aussi bien que l'équivalence calorique de ce travail.

» 2° Suivant les conditions des sujets et de l'exercice des fonctions auxquelles participe le muscle, la valeur du travail est sujette à varier considérablement. Mais, à égalité de conditions, cette valeur est la même chez les divers sujets.

» 3° Dans les cas ordinaires, où la préhension des aliments et la mastication s'exécutent suivant la régularité et l'activité habituelles, la valeur du travail peut être évaluée, *par gramme de muscle et par minute de travail*, à environ 13-15 grammètres, équivalant à 31-35 millionièmes de calorie.

» 4° Mesurée directement au moyen de la méthode autocalorimétrique, la quantité de chaleur absorbée par le travail serait de 34-41 millionièmes de calorie, chiffres un peu supérieurs aux précédents, mais néanmoins assez concordants avec eux pour que les différences puissent être attribuées aux erreurs inhérentes à des déterminations expérimentales d'une si grande délicatesse. »

BOTANIQUE. — *Encore quelques mots sur la nature radiculaire des stolons des* Nephrolepis; par M. **A. Trécul.**

« Dans ma Communication du 9 novembre 1885 (*Comptes rendus*, t. CI, p. 920), j'ai admis qu'il existe « deux sortes de stolons: les uns *radiculaires*, constitués par des racines (*Nephrolepsis*); les autres *caulinaires*, » formés par des tiges (*Fragaria*, etc.) ». J'ai ajouté : « Ne pourrait-on pas » admettre une troisième sorte, les *stolons foliaires*, qui serait donnée par ces » Fougères, dont l'extrémité ou la partie supérieure des frondes s'enracine » au contact du sol humide et produit des bourgeons adventifs (*Acrostichum* » *flagelliferum*, etc.). Les frondes des bourgeons ainsi nés, se comportant » comme celles de la plante mère, celle-ci peut être environnée de plu» sieurs générations (1). »

» Dans la Note que vient de publier M. Lachmann (p. 135 de ce volume), il répète qu'il a démontré la nature *caulinaire* des stolons des *Nephrolepis*. Puisqu'il persiste à soutenir cette grave erreur, et qu'il se dérobe à toute discussion, je suis obligé de prouver qu'une telle démonstration n'existe pas dans sa Note du 14 septembre 1885 (*Comptes rendus*, t. CI, p. 603). L'Académie va en juger.

» Quand la tige d'une Fougère quelconque se ramifie, quel que soit le mode d'insertion du rameau sur la tige mère, que cette insertion soit immédiate ou médiate, toujours le rameau possède la même structure que la tige qui l'a produit.

» La tige des *Nephrolepis* a un système vasculaire composé de faisceaux disposés en réseau, dont chaque maille correspond à une feuille. Les faisceaux du pétiole de celle-ci, au nombre de trois à sept, sont insérés sur les faisceaux de la tige, qui délimitent chaque maille, sur ceux du fond et sur ceux des côtés. Des racines primaires sont insérées sur les mêmes faisceaux caulinaires, près du fond de la maille ou quelquefois plus haut. Ces racines primaires, *qui sont les stolons*, donnent insertion aux racines secondaires.

» Tige mère, racines primaires, racines secondaires : là sont tous les éléments du problème. La solution consiste à décider si les organes grêles, cylindroïdes, infiniment plus ténus que la tige, quelquefois longs de 1^m,

(1) Attaqué par M. Lachmann, dans la séance du 14 septembre 1885, je prie l'Académie de ne pas oublier que je ne suis pas l'agresseur et que je défends mon opinion.

que j'appelle *racines primaires,* et qui constituent les *stolons,* sont bien de nature *radiculaire,* comme je le pense, ou s'ils sont de nature *caulinaire,* de vraies tiges, comme l'affirme M. Lachmann.

» La réponse est toute simple.

» Le système fibrovasculaire de ces racines primaires (de ces stolons) n'est pas réticulé autour d'une moelle, comme celui de la tige; il a certainement la structure radiculaire, c'est-à-dire qu'il est tout à fait central, sans moelle et composé de trois à huit faisceaux centripètes, fusionnés dans le centre de l'organe, et ayant chacun à la périphérie du groupe central un fascicule de petits vaisseaux nés avant tous les autres, le nombre de ces fascicules indiquant, par conséquent, celui des faisceaux constituants, absolument comme dans les racines, qui ne s'épaississent pas en direction centrifuge. Il y a, en outre, autour de ce corps vasculaire, une strate continue de tissu de la nature du liber cribreux. Cette strate est *plus épaisse* dans les intervalles concaves des fascicules périphériques, et plus mince en avant de ces fascicules.

» Tout cet ensemble accuse de la manière la plus irrécusable la nature radiculaire des *stolons,* qui ne sont que les racines primaires, ainsi que je l'ai proclamé il y a dix-sept ans.

» Sur quoi se fonde donc M. Lachmann pour prétendre qu'ils sont de nature caulinaire? Il donne trois raisons.

» I. La première, c'est la présence de la zone libérienne *continue,* qu'il croit propre aux tiges. Dans les stolons, dit-il, « on ne trouve jamais cette » alternance du bois primordial et du liber, *qui caractérise la racine* (1) ».

» M. Lachmann ne dit pas qu'il ait trouvé ce caractère d'*alternance* dans les racines à faisceau binaire, qui sont pour lui les seules racines des *Nephrolepis*.

» Eh bien! cette zone libérienne continue existe dans ces dernières racines, tout aussi bien que dans les stolons ou racines primaires; seulement elle est proportionnée au volume des racines. On l'observe égale-

(1) « *Qui caractérise la racine* », dit M. Lachmann. Il s'agit donc bien de la racine en général. Or, M. Nägeli dit : « Dans maints cas, *le cambium est limité nettement* aux places qui alternent avec les cordons vasculaires originels (centripètes). Mais il s'élargit vite, envahit aussi les places extérieures à ces faisceaux vasculaires et se ferme ainsi en un anneau complet. » Ceci est dit d'après des racines de Dicotylédonés, qui s'accroissent en direction centrifuge. Dans les Fougères et dans les *Nephrolepis* en particulier, qui n'ont pas ce dernier accroissement, la zone libérienne continue est le seul produit de l'anneau de cambium.

ment dans les racines binaires ou ternaires de beaucoup de Fougères que j'ai examinées.

» N'est-ce pas là une méprise bien grave, due à un premier préjugé, que de croire que cette zone libérienne *continue,* plus épaisse entre les fascicules périphériques, n'appartient pas aux racines, mais seulement aux tiges, et *qu'à cause de cela* les stolons seraient de nature *caulinaire?*

» D'autre part, l'alternance du bois primordial et du liber, que M. Lachmann considère comme caractéristique de toute racine, est-elle bien réellement aussi générale que le prétend l'auteur? Il est bien clair que, d'après celui-ci, le liber, à la place indiquée, *doit toujours être bien caractérisé*. Cela est évidemment contraire à la vérité. Dans les racines des *Nuphar lutea, Nymphæa alba, Menyanthes trifoliata, Richardia africana*, etc., il n'y a absolument rien qui rappelle le liber. Toutes les cellules y sont à parois minces et à peu près de même largeur.

» Parlant des stolons des *Nephrolepis,* M. Lachmann dit encore :

» La différenciation centripète du bois ne saurait être invoquée en faveur de la nature radiculaire de cette structure, puisque, *dans toutes les tiges de Fougères,* cette différenciation a également lieu de dehors en dedans.

» C'est là encore un nouveau préjugé, et, comme je l'ai dit, plus qu'une grande exagération de principe. En effet, si, dans quelques Fougères, relativement très rares (comme dans quelques autres Cryptogames vasculaires), le système vasculaire est rassemblé au centre de la tige, d'une façon comparable à la structure des racines, dans un nombre infiniment plus grand de Fougères, à tiges ayant les faisceaux réticulés autour d'une moelle, il n'y a point, à la face externe des faisceaux, de fascicules de petits vaisseaux annelés, spiraux, spiro-annelés ou réticulés, qui accusent la différenciation centripète. Ordinairement ou extrêmement souvent, au contraire, l'orientation, l'évolution des faisceaux de la tige est nettement parallèle à la circonférence.

» J'ai bien constaté aussi cette orientation, au début de la transformation en tige, de jeunes rameaux de stolons du *Nephrolepis platyotis*. J'ai vu, par exemple, sur des coupes transversales, les deux premiers faisceaux de la nouvelle tige ayant des petits vaisseaux près de chaque extrémité latérale.

» Mais, dans les faisceaux du réseau des tiges de *Nephrolepis* parfaites, adultes, de même que dans quantité d'autres Fougères, il n'existe pas du tout de groupes de petits vaisseaux annelés, spiraux, etc. Dans le *Nephro-*

lepis platyotis, en particulier, dont j'ai traité, par la coction dans la potasse, les faisceaux caulinaires, après les avoir isolés par la dissection, je n'ai pas trouvé trace de vaisseaux annelés, ni de trachées, etc., bien qu'il en existât dans les pétioles et dans les stolons.

» Dans ces stolons, à structure si différente de celle de la tige, et si semblable à celle des racines en général, dont ils ont aussi le mode d'insertion, les petits vaisseaux sont, contrairement à ce qui a lieu dans les tiges adultes, suivis dans toute la longueur de l'organe, de même que dans les racines à faisceau binaire. Il faut ajouter qu'à d'assez grandes distances les fascicules y sont reliés obliquement entre eux.

» On voit donc que, de quelque point de vue que l'on envisage les stolons, leur constitution les éloigne de la tige et les confond avec les racines.

» II. Voici un fait, qui semble, au premier abord, favorable à l'avis de M. Lachmann; mais il n'est assurément pas concluant : c'est l'absence de la coiffe (la piléorhize) à l'extrémité des stolons. Il est bien vrai qu'il n'en existe pas; mais ces stolons paraissent destinés à vivre principalement dans l'air. Et puis, est-on bien sûr qu'une piléorhize doive nécessairement exister sur les racines de toutes les plantes? C'est là une première exception. Voilà tout.

» III. Un troisième fait est signalé par M. Lachmann pour appuyer son opinion.

» On sait que les stolons du *Nephrolepis tuberosa*, par exemple, portent des tubercules auxquels l'espèce doit son nom. L'auteur pense que (*Comptes rendus*, t. CI, p. 605), « pour constituer le système conducteur » du tubercule, le cylindre central du stolon se divise en huit à dix bran- » ches, qui, après s'être *épanouies* et anastomosées en un réseau à mailles » régulières, confluent de nouveau vers le sommet de l'organe et recon- » stituent un cylindre central qui se prolonge dans le bourgeon terminal. »

» Quelques lignes plus loin, l'auteur ajoute :

» *Leur tige grêle,* stolonifère (le stolon proprement dit des *Nephrolepis*), *parcourue par un cylindre central dans le bas,* large au contraire, *feuillée et pourvue d'un réseau libéro-ligneux dans sa partie supérieure*, cesse parfois, pour des raisons difficiles à préciser, de produire de nouvelles feuilles; néanmoins elle continue de croître par son sommet et se prolonge alors directement *en un stolon à cordon libéro-ligneux,* qui, après s'être allongé d'un ou de plusieurs centimètres, pourra se continuer par un puissant axe feuillé. *Ici encore l'épanouissement du cylindre central en un réseau et la concentration de ce réseau en un cylindre central démontrent avec évidence la nature caulinaire de ce système conducteur* (du stolon).

» En réalité, il n'y a point ici la démonstration que M. Lachmann prétend y trouver. Au commencement de sa Note de 1885 (*Comptes rendus*, t. CI, p. 604), il reconnaît au système vasculaire du stolon, qu'il appelle simplement *conducteur, une structure centripète*, et, malgré cette structure, malgré l'insertion sur la tige, qui est celle des racines, malgré l'absence de feuilles, il refuse au stolon la qualité de *racine*, parce que la zone libérienne est *continue* (nous avons vu que c'est une faute), et parce que le stolon n'a pas de coiffe, sans tenir compte, d'une part, de la constitution de ce stolon si différente de celle de la tige mère, et, d'autre part, sans être arrêté par cette considération que les rameaux ont toujours, dans les Fougères, la même structure que cette tige mère. Dans le passage que je viens de citer, M. Lachmann confond donc, sous le nom de *tige*, le stolon grêle, sans feuilles, quelquefois très long, qui n'a au centre qu'un groupe vasculaire à développement centripète, comme celui des racines, avec le bourgeon feuillé qui le surmonte, et dont l'axe est large et possède un système vasculaire réticulé, comme celui des tiges.

» L'auteur dit, en effet, je le répète :

» *Leur tige grêle, stolonifère* (le stolon des *Nephrolepis*), *parcourue par un cylindre central dans le bas, large au contraire, feuillée et pourvue d'un réseau libéro-ligneux dans sa partie supérieure*, etc. »

» Il n'y a souvent que cela dans cette prétendue tige : un stolon, c'est-à-dire une racine primaire bien constituée et un bourgeon terminal. Alors on a la disposition que montrent ces racines terminées par un bourgeon, que Pyr. de Candolle et M. Prillieux ont observées, le premier chez l'*Allium nigrum*, le second chez le *Neottia nidus avis*. Cependant ces deux botanistes n'ont pas été tentés de dire que ces racines sont des tiges.

» Mais un tel bourgeon feuillu, à système vasculaire réticulé et pourvu d'une moelle, ne naît pas seulement au sommet des stolons (racines primaires) des *Nephrolepis*, dont l'unique corps vasculaire central est *plurifasciculé* et centripète (il faut le redire sans cesse); il s'en développe de même au sommet des racines *bifasciculées* de l'*Aspidium quinquangulare* et d'autres Fougères. On ne saurait vraiment pas soutenir que ce groupe de deux faisceaux centripètes, fusionnés au centre de la racine, appartienne à une tige. Il en est de même dans les *Nephrolepis*.

» Dans le passage cité plus haut, M. Lachmann croit trouver un argument décisif dans la circonstance que certains stolons (*Nephrolepis tuberosa*, par exemple) présentent alternativement des parties grêles (le

stolon) et des parties élargies en tubercules, qui peuvent devenir des bourgeons feuillus. Il en conclut que « *l'épanouissement du cylindre central* » *en un réseau* (portant feuilles) *et la concentration de ce réseau en un cy-* » *lindre central démontrent avec évidence la nature caulinaire de ce système* » *conducteur.* »

» Cette prétendue démonstration est sans fondement, car l'auteur regarde, bien à tort assurément, *comme formant une seule et même tige* ou *rameau caulinaire*, le stolon grêle, à structure radiculaire, et le ou les bourgeons que ce stolon peut produire à sa partie supérieure, et dont la constitution est si disparate.

» Sans doute il y a, dans l'alternance des tubercules ou des bourgeons feuillés avec les parties stoloniformes, un fait des plus singuliers; mais les Fougères sont elles-mêmes des êtres d'une constitution si remarquable, que des modifications d'organes comme celle-ci, si elles peuvent étonner, ne doivent pas aveugler au point de faire confondre la racine productrice avec les bourgeons qu'elle produit, de quelque manière que ce puisse être. Il faut prendre les choses comme la nature nous les donne et nous rappeler avec quelle facilité les organes des plantes passent des uns aux autres.

» Par ce qui précède, il est bien établi que les trois assertions principales, mises en avant par M. Lachmann, pour appuyer son avis sur la nature caulinaire des stolons, ne constituent pas une démonstration.

» Il résulte, au contraire, de ce qui vient d'être exposé, que le stolon des *Nephrolepis* est une racine primaire.

» Je vais maintenant caractériser rigoureusement les *stolons caulinaires* et les *stolons radiculaires*.

» 1° Les *stolons caulinaires* (*Fragaria vesca*, *virginiana*, etc., *Duchesnea fragarioides*, *Potentilla stolonifera*, *reptans*, etc.) proviennent de bourgeons axillaires; leur axe a une moelle et toute la structure de la tige, comme l'on sait; cet axe s'allonge sous la forme d'un rameau très grêle, à entrenœuds plus ou moins étendus. Où ce rameau repose sur le sol, il se déprime en s'élargissant à l'insertion des feuilles, fait souvent un coude, sur lequel est posé le bourgeon axillaire de celles-ci. Au-dessous naissent des racines adventives. Ce bourgeon donne un bouquet de feuilles, de l'aisselle desquelles peuvent partir plus tard de nouveaux stolons.

» 2° Les *stolons radiculaires* des *Nephrolepis* ont une tout autre constitution. Insérés sur la tige, ordinairement près du bas des mailles, parfois plus haut, ils s'allongent en un cordon grêle, qui atteint, je le répète,

quelquefois 1^{m} de longueur. Ils ne portent jamais de feuilles insérées directement sur eux, comme elles le sont sur la tige mère; mais, ayant dans toute leur longueur un groupe de trois à huit faisceaux centripètes fusionnés dans le centre de l'organe, et au pourtour la zone libérienne signalée plus haut, ils produisent çà et là des racines à faisceau central binaire, et aussi des rameaux plus rares, semblables à eux-mêmes extérieurement et intérieurement. Leur structure interne est donc celle d'une racine.

» Tant qu'ils conservent cette structure radiculaire, quelle que soit leur longueur, ils ne produisent pas de feuilles. Mais, dans des circonstances favorables, leur extrémité se modifie, et aussi celle de leurs rameaux ; elle s'épaissit et prend la structure de la tige, c'est-à-dire que leur système vasculaire s'élargit et se dispose en réseau autour d'une moelle centrale, sur chacune des mailles duquel naît une feuille.

» Cette transformation des racines primaires ou stolons en tiges s'accomplit sur des organes de longueur variée, quelquefois sur des rameaux d'une extrême jeunesse ; mais toujours le bourgeon foliaire est porté sur une base de nature radiculaire.

» Ces organes dépourvus de feuilles, quelle que soit leur longueur, ayant toujours la structure de vraies racines, et représentant seuls les racines primaires des *Nephrolepis*, le nom de *stolon radiculaire* est complètement justifié. »

CHIMIE. — *Nouvelles fluorescences à raies spectrales bien définies.* Note de M. Lecoq de Boisbaudran.

« *Alumine et terre* $Z\beta^2O^3$. — La terre $Z\beta^2O^3$ employée (d'un brun assez foncé), sans être pure, est du moins fort riche en $Z\beta$ et pauvre en $Z\alpha$; elle donne très faiblement le spectre de renversement de $Z\alpha$ et très brillamment celui de $Z\beta$.

» Avec de l'alumine, contenant $\frac{1}{50}$ de $Z\beta^2O^3$, traitée par l'acide sulfurique et modérément calcinée (entre les fusions de l'argent et du cuivre), on ne voit pas les bandes de $Z\alpha$, mais les quatre bandes de renversement de $Z\beta$ sont assez bien développées et pas très notablement déplacées. La bande verte, qui est la plus forte, se montre double, son maximum d'intensité étant à droite. La fluorescence, d'un vert un peu jaunâtre, est bien plus vive qu'avec l'alumine contenant $\frac{1}{50}$ de $Z\alpha^2O^3$ impure.

» Voici les positions approchées des bandes $Al^2O^3 + \frac{1}{50} Z\beta^2O^3$. *Modérément calciné.*

	Mon micromètre.		λ.	Observations.
	91,16	environ	622,6	Milieu apparent d'une assez faible bande. Large de 3 à $3\frac{1}{2}$ divisions.
β_2.	97,53	ENVIRON		Commencement *très nébuleux*.
	101,07	*environ*	585,6	Milieu apparent d'une bande d'intensité très modérée, mais plus marquée que 91,16.
	104,61	ENVIRON		Fin *très nébuleuse*.
α.	110,72	*environ*	555,7	Commencement *nébuleux*.
	111,49	environ	553,5	Commencement de l'éclairage principal.
	112,74		549,9	Renforcement très nébuleux. Se dédouble avec une fente fine.
	115,30		542,9	Renforcement nébuleux, ou grosse raie. La plus forte du spectre. L'ensemble de la bande α est bien marqué et considérablement plus lumineux que β_2.
	116,31	environ	540,2	Fin de l'éclairage principal.
	117,33	*environ*	537,6	Fin *nébuleuse*.
β_1.	129,47	(*vers*)	509,6	Commencement très vague.
	139,57	(vers)	489,9	Maximum de lumière d'une bande plus nébuleuse à gauche qu'à droite et considérablement plus faible que α.
	145,62	(vers)	479,5	Fin vague.

» Après très forte calcination, de l'alumine renfermant $\frac{1}{1200}$ de $Z\beta^2O^3$ fournit une éclatante fluorescence, d'un blanc légèrement rosé, qui se résout en nombreuses raies presque étroites, ou un peu nébuleuses, et en quelques bandes moins brillantes. Avec $\frac{1}{50}$ de $Z\beta^2O^3$, la fluorescence est encore plus vive. Ces préparations montrent, outre les raies Zβ, toutes celles de Zα; à froid, les principales d'entre celles-ci l'emportent même en intensité sur les plus fortes de Zβ; mais, à chaud, le spectre propre à Zβ (impure) domine de beaucoup et la fluorescence devient un peu plus violacée.

» En présence d'alumine énergiquement calcinée et surtout à froid, la réaction de Zα est donc d'une sensibilité fort supérieure à celle de Zβ, ainsi du reste que cela se voit lorsqu'on opère au sein du sulfate de chaux. Dans l'alumine modérément calcinée, les bandes de Zβ sont au contraire beaucoup plus développées que celles de Zα.

» Défalcation faite des raies de Zα, il reste pour la terre $Z\beta^2O^3$ impure. (Positions approchées) : $Al^2O^3 + \frac{1}{50} Z\beta^2O^3$ impure. *Fortement calciné.*

Mon micromètre.	λ.	Observations.
90,10	627,1	Nébuleuse, surtout à droite. Grosse. Très bien marquée.
91,75 environ	620,2	Nébuleuse, mais pas large. D'intensité très modérée.
97,81	596,7	Nébuleuse, ou un peu N., mais pas large. Intensité assez modérée. Un peu plus forte que 91,75. Accompagnée d'une nébulosité à sa gauche.
99,65	590,4	Presque étroite. Bien marquée.
101,08 (¹)	585,5	Légèrement nébuleuse, mais pas large. Intensité assez modérée.
110,56	556,2	Nébuleuse, ou un peu N. Un peu grosse. Forte ou assez forte. Accompagnée à gauche d'un petit dégradé (²).
112,20	551,4	Nébuleuse, ou un peu N., plus faible que 110,56, mais plus forte que 99,65. Double?
114,36	545,4	Étroite ou à peu près, mais se projetant sur une nébulosité. Liée à la suivante.
114,73	544,4	Milieu des deux raies. L'ensemble est nébuleux et d'intensité intermédiaire entre 110,56 et 112,20.
115,10	543,4	Étroite ou à peu près. Semblable à 114,36, mais un peu moins forte.
133,06 environ	502,2	Très nébuleuse. Intensité assez modérée.
133,63 environ	501,1	Milieu des deux raies, dont l'ensemble est bien visible.
134,19 environ	499,9	A peu près pareille à 133,06.
156,39 environ	462,4	*Nébuleuse.* Intensité modérée. Liée à la suivante.
157,00 environ	461,5	Milieu des deux raies.
157,65 environ	460,6	Semblable à 156,39, mais un peu plus faible.
166,50 (vers)	448,5	*Nébuleuse.* Assez grosse. Intensité très modérée. Liée à la suivante.
167,30 (vers)	447,4	Milieu des deux raies dont l'ensemble est à peine légèrement plus faible que 157,00.
168,06 (vers)	446,4	Semblable à 166,50, mais légèrement plus marquée.

(¹) Dans le spectre de $Al^2O^3 + Z\alpha$, j'ai compris deux petites raies 101,08 et 102,09, que j'ai indiquées comme étant semblables (*Comptes rendus,* p. 303, 8 août 1887). Cependant 101,08 paraît être un peu plus forte que 102,09 avec les terres riches en $Z\beta$ et moins forte que 102,09 avec celles où $Z\alpha$ domine. Il semble donc que 101,08 soit à $Z\beta$ et 102,09 à $Z\alpha$. D'ailleurs, en chauffant un peu le tube, on affaiblit 102,09 sans altérer 101,08.

(²) Avec une fente fine, on voit la raie, étroite ou presque étroite, se projeter sur la nébulosité qui alors l'entoure.

Mon micromètre.	λ.	Observations.
170,35 *environ*	443,4	Nébuleuse, ou un peu N. Un peu plus marquée que 168,06.
172,10 *environ*	441,1	Nébuleuse, ou un peu N. Un peu plus faible que 170,35.
173,63 environ	439,1	Un peu moins N. et un peu plus forte que 170,35.
175,45 (vers)	436,9	Nébuleuse. A peine légèrement plus faible que 172,10.
179,55 (*vers*)	432,1	Milieu apparent d'une petite bande très nébuleuse. Large de 3 divisions environ. Intensité modérée. Légèrement plus faible que 167,30.
		Nota. — De 165 ½ à 181 *environ,* il y a un fond de lumière nébuleuse assez faible.
188,30 (vers)	422,6	Milieu apparent d'une petite bande, ou grosse raie, très nébuleuse. Large de 2 divisions *environ.* Paraît être double avec l'élément de gauche plus marqué que celui de droite. Très notablement plus forte que 179,55 et légèrement moins vive que 173,63.
191,91 (*vers*)	418,8	Nébuleuse. Beaucoup moins grosse et moins forte que 188,30. Assez faible sur le fond.
195,91 (**VERS**)	414,8	Très nébuleuse. Très faible sur le fond. Large de 1 division *environ.*
		Nota. — De 186,6 *environ* à 196,5 *environ*, il y a un fond de lumière d'intensité modérée.
		Nota. — J'ai encore observé d'autres raies, ou bandes, trop faibles pour pouvoir être mesurées.

» Pour l'alumine activée par $Z\beta^2O^3$ impure, une énergique calcination renforce donc énormément la fluorescence, tout en produisant des raies un peu nébuleuses ou presque étroites. En même temps, il y a déplacement plus on moins considérable vers le rouge.

» Les raies 90,10 et 91,75, observées dans l'alumine chargée de Zβ et fortement calcinée, correspondent évidemment à la bande 91,16 qui se voit avec la même composition modérément chauffée.

» Les raies 97,81, 99,65 et probablement 101,08 peuvent bien être considérées comme dérivant de la bande 101,07.

» Enfin, les raies 110,56, 112,20 et 114,73 (double) sont certainement le produit de la transformation de la double bande 112,74-115,30.

» Mais la très large bande 139,57 de $Al^2O^3 + Z\beta$ modérément calcinée n'est guère représentée dans le spectre à raies que par le petit groupe

133,63; il y a donc lieu de se demander si les raies qui sont répandues depuis le vert bleu jusqu'au violet appartiennent à la terre qui donne les quatre bandes de renversement et que j'ai nommée Zβ, sans préjuger d'ailleurs la question de savoir si elle sera ultérieurement scindée comme l'ont été tant d'autres terres analogues.

» Afin de ne pas rendre plus compliquée une nomenclature qui l'est déjà trop, je désignerai désormais provisoirement par les chiffres romains les diverses raies qui me paraîtront pouvoir être attribuées à des éléments nouveaux, ou qui du moins ne se rattachent pas encore clairement à des corps suffisamment connus.

I. 133,63 Milieu des raies 133,06 et 134,19. A $Z\beta^2$. Ce petit groupe n'est pas sans analogie avec les groupes 157,00, 167,30 et peut-être avec 179,55 et 188,30.
II. 157,00 Milieu des raies 156,39 et 157,65.
III. 167,30 Milieu des raies 166,50 et 168,06.
IV. Groupe des raies 170,35, 172,10, 173,63 et 175,45. Ces quatre raies ressemblent assez aux quatre raies de Zα : 135,64, 136,90, 138,09 et 139,33.
V. Raie 191,91.
VI. Raie 195,91. Les raies 191,91 et 195,91 font peut-être partie d'un même groupe.

M. **Lecoq de Boisbaudran** annonce avoir examiné les fluorescences de l'alumine calcinée contenant les oxydes de : Ce; La; Er; Tu; Dy; Yb; Gd; Yt; ou U.

« Avec des terres riches en erbium, dysprosium, thulium ou gadolinium, on a obtenu des spectres à raies qui seront décrits ultérieurement.

» Le cérium a donné une belle fluorescence bleue, mais sans raies. Une lumière continue occupe le spectre depuis le jaune jusqu'au milieu du violet, avec maximum vers l'indigo.

» Le lanthane et l'yttrium n'ont pas montré de fluorescences particulières.

» L'ytterbium a bien fourni une fluorescence bleue et quatre petites bandes, dont les trois premières sont centrées sur environ 464,9; 459,3 et 453,6. Mais ces bandes se montrent aussi avec des terres riches en Yb + Tu ou Er + Tu; elles semblent donc devoir être attribuées soit au thulium, soit à un corps nouveau (1).

(1) L'ytterbine employée contenait d'ailleurs une petite proportion de thuline, reconnaissable à son spectre d'absorption.

» L'uranium n'a pas rendu l'alumine fluorescente.

» Dans le cours de ces essais, on a noté plusieurs raies comme ne paraissant pas appartenir aux éléments déjà connus; quelques-unes de ces raies correspondent peut-être aux corps annoncés par M. Crookes. Mais, comme les effets d'extinction (ou de modification) des fluorescences, dus à la présence de divers dissolvants solides (et de diverses matières actives) (¹), semblent s'accentuer beaucoup au sein de l'alumine calcinée, il sera nécessaire d'examiner soigneusement chaque cas avant de conclure.

» Voici les positions *approchées* de quelques-unes de ces raies :

VII.	120,3	Raie un peu nébuleuse. Bien visible.
VIII.	122,0	Raie nébuleuse. Assez forte.
IX.	128,7	Raie presque étroite. Assez forte.
X.	132,9	Raie peu différente de 128,7 et se comportant de même façon.
XI.	153,9	Raie presque étroite. Assez forte.
	155,6	Raie presque étroite. Un peu plus forte que 153,9. Ces deux raies s'accompagnent et se voient dans les mêmes produits que 120,3; 122,0; 128,7 et 132,9.
XII.	90,2	Raie nébuleuse. Bien visible. Observée avec un produit pauvre en Zβ.
XIII.	94,4	Raie un peu nébuleuse. Pas large. Très bien marquée. Observée avec des terres très basiques.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Le Rebours** adresse, de Rouen, un Mémoire relatif à un traitement pour la guérison du choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. A. **Rommier** adresse une Note relative à l'efficacité de l'acide picrique et du jus de tabac, pour combattre les maladies de la vigne.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

(¹) Effets signalés à l'occasion des fluorescences du Bi et du Mn (*Comptes rendus*, 25 juillet 1887, p. 206).

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un certain nombre de Cartes et de Volumes, publiés par le Service de la Carte géologique d'Italie.

La Direction de ce Service, en informant l'Académie qu'elle se propose de lui envoyer régulièrement la suite des feuilles et des Volumes, à mesure qu'ils paraîtront, ajoute qu'elle serait heureuse de recevoir, en échange, quelques-unes des publications de l'Académie des Sciences.

(Renvoi à la Commission administrative.)

M. **Bouquet de la Grye** rend compte à l'Académie des résultats obtenus par MM. *Anguiano* et *Pritchett*, pour la détermination de la longitude de l'observatoire de Tacubaya (Mexique) :

» Ces savants astronomes ont obtenu, au moyen de l'envoi de signaux électriques, la différence des heures de Tacubaya et de Saint-Louis (Missouri) [distance 4000^{km}]. Ce dernier point est relié à Greenwich.

» Les observations, par suite de la longueur de la ligne terrestre et de difficultés spéciales, ont embrassé une période de plus de six mois. Les résultats partiels présentent un écart maximum de $0^s,193$ et l'erreur de la moyenne ne paraît point dépasser $\frac{2}{100}$ de seconde. La longitude définitive, corrigée des équations personnelles des observateurs, est de $6^h 36^m 46^s,56$ à l'ouest de Greenwich, ce qui met Tacubaya à $6^h 46^m 7^s,4$ à l'ouest de Paris. Ce résultat est d'autant plus intéressant, qu'il apporte une correction de près de 5^s aux longitudes admises pour la capitale du Mexique. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *L'excitation du foie par l'électricité augmente-t-elle la quantité d'urée contenue dans le sang?* Note de MM. **Gréhant** et **Mislawsky**.

« Dans un travail publié en 1879 (1), M. Stolnikow affirme que l'électrisation de la peau dans la région du foie chez l'homme, et que l'excita-

(1) *Petersburger medicinische Wochenschrift*, n° 45; 1879.

tion directe du foie chez le chien, augmente considérablement l'excrétion de l'urée ; ainsi, chez un chien, le chiffre de l'urée excrétée en un jour est monté de 30^{gr} à 50^{gr}.

» D'autre part, les recherches de MM. Gréhant et Quinquaud [1] ayant démontré que le sang des veines sus-hépatiques contient normalement plus d'urée que le sang artériel, nous avons cherché s'il est possible de reconnaître dans le sang une augmentation de l'urée, lorsque l'on excite le foie par l'électricité.

» Chez un chien chloroformé par le procédé de M. Quinquaud, qui consiste à faire respirer l'animal à travers un mélange de $\frac{1}{3}$ de chloroforme et $\frac{2}{3}$ d'alcool, nous avons pris d'abord un échantillon de sang dans l'artère carotide; puis, par le procédé de MM. Gréhant et Quinquaud, un échantillon du sang des veines sus-hépatiques; nous avons introduit ensuite, par une ouverture faite sur la ligne blanche, deux électrodes d'assez grande surface, semblables à celles que M. Marey emploie pour recueillir la décharge des poissons électriques. Ces électrodes sont en zinc; elles sont recouvertes, sur leur face extérieure, d'une couche de cire à cacheter et sont appliquées sur deux faces opposées du foie; elles communiquent, par des fils isolés, avec les pôles de l'appareil à chariot de M. du Bois-Reymond.

» L'excitation du foie par les courants induits assez intenses a lieu pendant une demi-heure ou une heure; nous aspirons ensuite un nouvel échantillon du sang des veines sus-hépatiques et un échantillon de sang artériel; le Tableau suivant indique le résultat de cinq expériences et les quantités d'urée que nous avons trouvées dans les échantillons de sang artériel ou de sang veineux; nous avons appliqué le procédé de dosage de l'urée de M. Gréhant, qui consiste à décomposer l'urée dans le vide, par une solution de bioxyde d'azote dans l'acide nitrique, et à recueillir les gaz acide carbonique et azote à l'aide de la pompe à mercure [2].

---

(1) GRÉHANT et QUINQUAUD, *Nouvelles recherches sur le lieu de formation de l'urée* (*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* de MM. ROBIN et POUCHET).

(2) N. GRÉHANT, *Recherches physiologiques sur l'excrétion de l'urée par les reins*. V. Masson, 1870.

		100^{cc} de sang artériel.	100^{cc} de sang des veines sus-hépatiques. — Urée.
I.	Avant l'excitation.....	»	mgr 30,8
	Après 1^h d'excitation..	26,1	30,8
	Après 35^m de repos....	33	»
II.	Avant l'excitation.....	42,6	38,5
	Après 1^h d'excitation..	23,2	34,1
III.	Avant l'excitation.....	21,4	»
	Après 1^h d'excitation..	32,5	43,8
	Après 30^m de repos....	38	»

		100^{cc} de sang artériel. — Urée.
IV.	Avant l'excitation...........	mgr 31
	Après 30^m d'excitation........	36,2
	Après 1^h....................	73,3
V.	Avant l'excitation...........	32
	Après 30^m d'excitation........	38,2
	Après 1^h....................	46

» La première colonne renferme les résultats qui ont été obtenus en comparant le sang des veines sus-hépatiques au sang artériel; la deuxième colonne comprend les résultats obtenus avec divers échantillons de sang artériel.

» Nous sommes conduits aux conclusions suivantes :

» 1° Les variations en quantité du chiffre de l'urée ont été observées seulement dans le sang artériel.

2° Le sang des veines sus-hépatiques ne présente aucun changement en poids de l'urée après l'excitation électrique du foie.

» Nous avons recueilli, à l'aide de fistules, les volumes de bile et d'urée sécrétée avant, pendant et après l'excitation : ces volumes ne changent pas ou changent très peu. Ainsi, pour la bile, nous avons recueilli de quart d'heure en quart d'heure : 0^{cc},95, 1^{cc},25, 1^{cc}, 0^{cc},9, 0^{cc},9. Le chiffre 1^{cc},25 a été obtenu pendant un quart d'heure d'excitation du foie. L'excitation du foie par l'électricité ne paraît avoir aucune influence sur la production de l'urée dans cet organe, et les variations dans le chiffre de l'urée excrétée en vingt-quatre heures, qui ont été indiquées par M. Stolnikow, tiennent à une autre cause qu'il s'agit de rechercher (1). »

(1) Ce travail a été fait au Muséum d'Histoire naturelle, dans le laboratoire de Physiologie dirigé par M. le professeur Rouget.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Dissémination du bacille de la tuberculose par les mouches.* Note de MM. **Spillmann** et **Haushalter**, présentée par M. Ranvier.

« Quand on pénètre, en été, dans une salle d'hôpital, on est frappé de la persistance avec laquelle les mouches communes affluent autour des lits des tuberculeux, et surtout des crachoirs au fond desquels elles viennent pomper les produits de l'expectoration.

» Nous avons recueilli, ces jours derniers, plusieurs mouches qui s'étaient repues pendant un certain temps dans le crachoir d'un tuberculeux; nous les avons placées vivantes sous une cloche en verre; le lendemain, plusieurs d'entre elles avaient péri. On apercevait, sur les parois internes de la cloche, sous forme de taches grises arrondies, les traces de leurs excréments.

» Après avoir étalé sur des lamelles de verre le contenu de l'abdomen de plusieurs mouches qui étaient mortes, nous y avons recherché le bacille de la tuberculose, à l'aide du double procédé de coloration de Fränkel. Nous avons pu constater ainsi la présence d'une grande quantité de bacilles de la tuberculose.

» Les excréments déposés sous forme de taches sur la face interne de la cloche, recueillis par grattage, délayés dans un peu d'eau distillée et colorés, renfermaient également de nombreux bacilles de la tuberculose, isolés ou réunis en amas.

» Enfin, dans des excréments de mouches, raclés sur les fenêtres ou sur les murs d'une salle d'hôpital, nous avons retrouvé très nettement le bacille de Koch.

» En somme, la cavité abdominale de mouches qui ont absorbé des crachats tuberculeux contient des bacilles tuberculeux. Après leur vie, fort courte du reste, ces insectes se dessèchent et tombent en poussière; les bacilles qu'ils contenaient sont mis en liberté, et comme les mouches vont mourir sur les plafonds, sur les tentures, sur les tapisseries, elles peuvent aller semer partout les germes de la tuberculose. Ces germes, elles peuvent les disséminer encore par leurs excréments, dont elles vont imprégner bien des substances alimentaires dont elles sont si friandes.

» Il est peu probable que le séjour des bacilles dans le corps desséché

d'une mouche, ou dans ses excréments, puisse altérer ou abolir leur vitalité, alors que tous les expérimentateurs ont montré combien ils résistent à la dessiccation, à la putréfaction et même à l'absence d'oxygène. Des inoculations nous édifieront, du reste, à ce sujet. Aussi pensons-nous que des mouches qui ont vécu dans une salle d'hôpital, ou dans une chambre où des crachats de tuberculeux sont exposés à l'air libre, peuvent devenir des agents de transmission et de dissémination du bacille de la tuberculose.

» Pour éviter cette dissémination, soit sur place, soit dans des endroits plus ou moins éloignés des malades, il y a lieu de recueillir les crachats dans des vases en verre ou en porcelaine, munis d'un couvercle, et de les stériliser ensuite au contact de l'eau bouillante ou d'une solution d'acide phénique à 5 pour 100. »

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Sur les Hématocytes.* Note de M. **Fokker**, de Gröningen [1].

« Dans les *Comptes rendus* du 13 juin, j'ai démontré que le protoplasme, enlevé à un animal sain et placé à l'abri de microbes dans un milieu nutritif, reste vivant et peut produire des fermentations.

» Aujourd'hui, je suis en mesure de prouver que ce protoplasme est capable d'engendrer une forme végétative, différente de la forme sous laquelle il existait dans le corps de l'animal.

» Du sang, enlevé avec toutes les précautions nécessaires, à un animal sain, et étendu dans l'eau distillée, stérilisée, se conserve, à la température ordinaire, pendant plus d'un an; à l'étuve, à 37°, pendant trois mois au moins. A une température plus élevée, ces dilutions de sang se troublent, et l'examen microscopique montre que les éléments du sang se sont réduits en détritus. Ce détritus est mort, puisqu'il ne subit aucun changement quand on poursuit la digestion. Il résulte de ces expériences que, à la température ordinaire et à 37°, il ne se produit pas d'hétérogénie et que le sang meurt au-dessus de cette température.

» Mais, quand on remplace l'eau distillée par une solution très faible de

---

[1] L'Académie, sans accepter la responsabilité des faits signalés par l'auteur, croit devoir leur donner la publicité qui permettra aux physiologistes d'en contrôler l'interprétation.

sels nutritifs, ou même par de l'eau potable, le résultat de la digestion n'est pas le même. A la température ordinaire, ces dilutions se conservent aussi pendant plus d'un an; mais, à 37° et à une température plus élevée, il se produit un sédiment. Ce sédiment, bien qu'il présente d'abord les mêmes caractères microscopiques, diffère cependant du sédiment qui s'est produit à une température supérieure à 37°, dans une dilution avec de l'eau distillée. En effet, quand la digestion est continuée, les débris moléculaires amorphes, dont ce sédiment était d'abord composé, grossissent peu à peu et deviennent de petits boutons ou de petites vésicules, qui peuvent atteindre le volume primitif des globules du sang.

» Cette végétation s'accomplit entre 37° et 52°, et se produit d'autant plus promptement que la température est plus élevée.

» Il résulte de ces expériences que, en présence de sels nutritifs, le sang ne meurt pas, mais subit une altération végétative restée inconnue jusqu'ici. Cette végétation s'accomplit encore plus promptement quand on dilue le sang dans une solution légèrement acide de 25 pour 100 d'extrait de viande. Dans cette solution et à 52°, par exemple, la formation de ces boutons, que j'ai appelés *hématocytes,* s'accomplit en vingt-quatre heures : on peut suivre leur évolution graduelle au moyen du microscope.

» La digestion ayant duré un quart d'heure, une goutte de sang dilué, traitée avec une solution d'iode, présente deux sortes de globules sanguins : les uns sphériques et colorés en brun, les autres ayant la forme de disques et incolores. Après une demi-heure, les globules qui ne se colorent pas par l'iode présentent plusieurs points opaques, qui s'accroissent graduellement et qui ont acquis après quelques heures la forme d'un petit bouton et la dimension d'environ un dixième de la surface du globule. Celui-ci disparaît, devient plus ou moins invisible : mais les boutons grossissent encore et s'agglomèrent. Au bout de vingt-quatre heures, ils ont atteint leur puberté et ne subissent plus d'altération quand la digestion est poursuivie.

» Ceux des globules de sang qui sont susceptibles de s'enfler et de se colorer par l'addition de la solution d'iode subissent eux aussi une altération remarquable. Entre la deuxième et la troisième heure de digestion, il pousse de petits bourgeons, exactement comme une cellule de levure engendre une cellule-fille. Les deux cellules restent unies, et souvent il arrive que la cellule-mère en pousse une seconde, ou que la cellule-fille devient mère à son tour. Il en résulte ainsi une agglomération de boutons, dont quelques-uns ont la grosseur d'un globule de sang. Quelquefois aussi,

une de ces cellules s'allonge (symptôme de sève très intense) et prend la forme d'un bâtonnet, dont la longueur dépasse 6 à 10 fois la largeur, et qui peut aussi se ramifier.

» Les hématocytes n'ont rien de commun avec d'autres vésicules qu'on a déjà décrites dans le sang, ni avec les microcytes de MM. Vanlair et Masius, que M. Hayem a nommés *globules nains*, ni avec les produits décrits par MM. Max Schultze, Ranvier et Kölliker, ni avec les microzymas de M. Béchamp. Leur principal caractère est la coloration par l'iode; mais ils se colorent aussi très bien par le violet de méthyle, la fuchsine et l'éosine, et cela surtout d'après la méthode de M. Eram. Souvent les hématocytes ont une forme si régulière et se colorent si nettement, qu'il serait impossible de les distinguer de micrococcus, si leur grosseur individuelle n'était très variable : dans la plupart des cas, on en trouve de très grands, mêlés à de très petits.

» Que les hématocytes doivent être des êtres vivants, cela résulte non seulement de leur croissance observée sous le microscope, mais surtout de ce fait, qu'ils ne se développent pas en l'absence d'oxygène. Dans un tube rempli d'acide carbonique ou d'hydrogène, et fermé à la lampe, ils ne se forment pas, même après deux heures de digestion à 52°. Toutefois ces deux gaz agissent d'une manière différente. Tous les deux, ils entravent la croissance; mais, tandis que le sang dilué meurt dans l'hydrogène, l'acide carbonique ne fait que retarder le développement des hématocytes; après deux jours de digestion en présence d'acide carbonique, dans un tube scellé, les hématocytes se développent quand on laisse entrer l'air atmosphérique.

» Dans ma première Communication sur les fermentations par le protoplasme, j'ai émis l'opinion que le sang et les organes, mis à l'abri des microbes dans un milieu nutritif, restent vivants pendant des mois, et capables d'engendrer des fermentations. Les expériences que je vais décrire prouvent que, loin de mourir, le sang reste aussi capable de donner naissance à de nouvelles végétations.

» J'ai conservé, à la température ordinaire, des dilutions de sang opérées dans de l'eau potable pendant un an, et j'ai laissé digérer aussi à 37° des dilutions de sang faites dans des solutions salines. Les uns et les autres n'avaient subi aucune altération. Au bout d'un an pour les unes et de trois mois pour les autres, j'ai mis ces dilutions à l'étuve à 52° : après vingt-quatre heures, elles ont donné naissance à une végétation à peu près normale.

» J'ajoute seulement que les hématocytes produits de la manière décrite, ensemencés dans des milieux de culture, ne se multiplient pas : je traiterai prochainement du rapport qui existe entre ces végétations et les microbes.

» En attendant, je crois pouvoir conclure que le développement d'hématocytes que j'ai décrit doit être appelé une *hétérogénie.* »

ZOOLOGIE. — *Théorie de la sexualité des Infusoires ciliés.* Note de M. **E. Maupas**, transmise par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans mes Communications antérieures ([1]), j'ai essayé de donner la formule complète des phénomènes morphologiques qui accompagnent la conjugaison, ou accouplement sexuel des Ciliés. Je les résume ici le plus brièvement possible.

» Le micronucléus (nucléole) représente un appareil sexuel hermaphrodite. Cet organe est le seul dont l'activité joue un rôle essentiel pendant la conjugaison. Au début, il passe par le stade d'accroissement A, suivi par les deux stades de division B et C, destinés à l'élimination de corpuscules de rebut. Ces stades B et C correspondent donc aux deux divisions de la vésicule germinative, déterminant l'élimination des globules polaires chez les Métazoaires. Le stade D, qui vient ensuite, est encore un stade de division, effectuant la différenciation en un pronucléus mâle et un pronucléus femelle. Pendant le stade E, les conjoints font échange réciproque de leur pronucléus mâle, lequel va s'unir et se fusionner avec le pronucléus femelle de son nouvel hôte, reconstituant ainsi un nouveau nucléus d'origine mixte. Ici se termine la partie essentielle de la fécondation sexuelle. Les deux stades de division F et G, qui suivent, ont pour but le rétablissement du dualisme nucléaire particulier aux Ciliés. Enfin, pendant le dernier stade H, ou stade de reconstitution, les ex-conjugués reprennent leur structure et leur organisation normales, puis se fissiparent pour la première fois. L'ancien nucléus a été désorganisé et éliminé par résorption.

([1]) *Comptes rendus*, t. CII, p. 1169; t. CIII, p. 1825, et t. CV, p. 175. Dans la troisième de ces Communications, j'ai introduit une légère modification dans la série des lettres désignant les stades des schémas. J'adopte ici comme définitive cette dernière formule.

» Ces faits positifs bien établis, quelle est maintenant leur signification physiologique? Depuis les beaux travaux d'Engelmann et de Bütschli, nous savons qu'ils ne sont suivis d'aucune production d'êtres nouveaux et distincts des ex-conjugués. Les auteurs qui ont parlé et parlent encore d'une reproduction ou génération sexuelle commettent donc une erreur manifeste.

» Les observations à l'aide desquelles on a cru démontrer une prétendue augmentation de faculté fissipare, à la suite de la conjugaison, ne me paraissent rien prouver. J'ai isolé, au sortir de la conjugaison, des individus de plusieurs espèces. Ils se sont fissiparés sans montrer la moindre accélération dans les générations successives de leurs descendants.

» On pourrait même soutenir que, loin de contribuer à la multiplication des Ciliés, la conjugaison est une des causes les plus actives de leur destruction. Sous leur forme conjuguée, et surtout pendant la longue période d'inertie qui caractérise le stade de reconstitution, ils sont beaucoup plus exposés aux risques et périls de la lutte pour l'existence. De plus, en ne se conjuguant pas, ils eussent continué à se bipartionner : pour préciser par un exemple, un *Onychodromus grandis* eût produit de 40 000 à 50 000 descendants, pendant la durée totale d'une conjugaison aboutissant à une simple division en deux. On ne dira pas que la conjugaison était nécessaire et inévitable; car, de toutes mes expériences, il ressort, au contraire, que les Ciliés, aux époques de maturité sexuelle, s'accouplent seulement lorsqu'ils y sont stimulés par des conditions particulières, trop longues à décrire ici.

» Mais, si la conjugaison est une cause de destruction des individus, elle est au contraire un facteur indispensable à la conservation de l'espèce, et là est, je crois, son but unique. Cette conclusion ressort des expériences qui suivent.

» Le 1er novembre 1885, j'ai isolé une *Stylonichia pustulata* et l'ai mise en culture méthodique. J'ai observé et noté les générations indiscontinues de ses descendants jusqu'à la fin de mars 1886, époque à laquelle cette culture s'est éteinte par épuisement de l'espèce, les individus ayant perdu la faculté de se nourrir et de se reproduire. Pendant la durée de cette culture, le nombre des générations fissipares a été de 215. Des individus que j'en ai extraits et que j'ai mélangés avec les descendants d'un progéniteur d'une autre origine m'ont fourni de nombreux accouplements.

» Le 1er mars 1886, j'ai isolé une ex-conjuguée provenant d'un de ces mélanges. Sa culture, poursuivie et observée comme la précédente, a duré

jusqu'au 10 juillet, époque à laquelle elle s'est également éteinte par épuisement de l'espèce, après une série indiscontinue de 315 bipartitions. Pendant toute cette durée, j'ai effectué de nombreux mélanges avec des étrangères. De ces mélanges, j'ai obtenu de nombreux accouplements à partir de la 130ᵉ génération. Ces accouplements ont été féconds, et les ex-conjuguées qui en sortaient se sont réorganisées normalement. D'un autre côté, les individus proches parents et non mélangés, qui étaient demeurés en contact sans jamais s'unir jusqu'à la 180ᵉ génération, se sont fréquemment accouplés à partir de ce moment. Mais toutes ces dernières conjugaisons ont été stériles, les ex-conjuguées dépérissant lentement sans réussir à reprendre leur organisation normale.

» J'ai poursuivi également, jusqu'à épuisement, des cultures semblables de deux *Onychodromus grandis*, deux *Stylonichia mytilus*, une *Leucophrys patula* et une *Oxytricha* indéterminée. L'extinction s'est produite vers la 330ᵉ génération chez les Onychodromes, vers la 320ᵉ chez les Stylonichies, vers la 330ᵉ chez l'Oxytriche et vers la 660ᵉ chez la Leucophre. Sur les préparations non mélangées de ces longues cultures, il ne s'est fait aucun accouplement ; tandis que, sur des préparations extraites et mélangées avec des étrangères, j'en ai obtenu de nombreux avec les Onychodromes et les Leucophres. Les *Stylonichia mytilus*, par une cause qui m'échappe, se sont absolument refusées à se conjuguer. Je n'ai pas eu d'Oxytriches étrangères pour en effectuer des mélanges.

» Il résulte évidemment, de ces longues et fatigantes expériences, que la vie de l'espèce chez les Ciliés se décompose en cycles évolutifs, ayant chacun pour point de départ un individu régénéré et rajeuni par un accouplement sexuel. Ce résultat nous ramène à l'interprétation de la conjugaison telle qu'elle avait déjà été donnée par Engelmann et Bütschli. La fécondation sexuelle, que nous voyons ailleurs si indissolublement liée à la reproduction, est restée distincte et indépendante chez les Ciliés. La reproduction y est toujours agame, tandis que la fécondation sexuelle y détermine un simple rajeunissement, une réorganisation des individus conjugués. Cette réorganisation se fait sentir avant tout et probablement uniquement sur l'appareil nucléaire. Celui-ci, lorsque la série des générations agames se prolonge outre mesure, éprouve une dégénérescence et une désorganisation que je décrirai ailleurs. Si la conjugaison n'intervient pas à temps pour arrêter l'effet destructeur de cette dégénérescence, la mort arrive inévitable. Cette mort est une véritable mort naturelle par sénescence, que certains auteurs affirment ne point exister chez les Protozoaires,

auxquels ils attribuent une prétendue immortalité, entée sur une jeunesse éternelle. »

BOTANIQUE. — *Sur la sécrétion des* Araucaria. Note de MM. **Ed. Heckel** et **Fr. Schlagdenhauffen**, présentée par M. A. Chatin.

« Les sécrétions des Conifères sont connues pour être des *oléorésines* formées d'une huile essentielle et d'une résine, et l'on admet généralement qu'il n'y a pas de dérogation à cette règle. Contrairement à toute prévision, nous avons été amenés à constater qu'il n'en est pas ainsi dans une grande section des Conifères : les *Araucariées*. Les exsudations abondantes que ces grands végétaux répandent sur leur tige diffèrent essentiellement par leur nature chimique de celle des autres Conifères en ce que, comme certaines Ombellifères, elles donnent non des *résines* ou des *oléorésines,* mais des *gommes résines*.

Nos observations, bien qu'ayant porté sur les sécrétions d'un assez grand nombre d'*Araucaria* pour qu'il nous soit possible d'affirmer la généralité de la règle dans ce genre de Conifères, ont surtout eu pour principal objet ce qu'on nomme vulgairement la *résine du Pin colonnaire,* exsudation naturelle très abondante (et aujourd'hui facile à se procurer dans le commerce) du superbe *Araucaria Cooki* Rob. Brown (*Cupressus columnaris* Forst., *Entassa Cooki* Salisb.). Nous croyons devoir faire connaître à l'Académie avec quelques détails nos recherches chimiques, en raison même de la singularité et de la nouveauté du fait.

» Cette résine, à peu près sans odeur et de saveur amère, se dissout partiellement dans l'eau, et sa solution précipite par l'alcool. Elle cède, d'un autre côté, à l'alcool une certaine quantité de son poids et fournit un liquide qui se trouble abondamment par l'eau.

» Chauffée au bain-marie bouillant, elle se ramollit et s'agglutine au fond des capsules à la façon d'une résine; elle répand en même temps une odeur aromatique. Ce dernier essai joint aux premiers semble indiquer que la substance qui présente les caractères d'une *gomme résine* doit contenir aussi une huile essentielle. 1150^{gr} sont distillés et donnent 22^{gr} d'essence d'un jaune pâle à odeur agréable (densité $= 0,921$), déviant à gauche le plan de polarisation. Elle bout à 258° et fournit entre ce point et 265° les trois quarts environ du produit total. Le thermomètre monte alors et, à 265°-280°, il passe une nouvelle quantité de liquide qui représente $\frac{1}{5}$ de

l'essence mise en œuvre. Il reste, sous forme d'une masse poisseuse ne distillant plus à 290°, $\frac{1}{20}$ du produit. L'essence distillée se comporte à la façon d'un hydrocarbure. Traité par l'alcool, le produit donne une résine soluble dans l'*éther*, le *chloroforme*, le *sulfure de carbone*, l'*acétone*, l'*éther de pétrole*, etc.

» Quand, après extraction du produit brut par de l'alcool, on le traite par l'eau, le tout se dissout, et la solution ainsi obtenue jouit de presque toutes les propriétés des gommes. Elle n'a pas de saveur marquée; elle précipite par l'*alcool* sous forme de flocons blancs. Elle ne précipite pas par l'*acétate neutre de plomb*, ni le *sulfate de cuivre*. L'*acétate triplombique*, de même que l'*acétate neutre de plomb*, additionnés d'*ammoniaque*, fournissent un précipité abondant. Le *chlorure ferrique* y fait naître un précipité floconneux volumineux. La *potasse caustique* la jaunit à froid et donne à l'ébullition une coloration brun foncé pareille à celle que fournit la glucose. Avec le réactif de Barreswil on constate une réduction bien marquée. Ces deux dernières réactions la différencient de l'*arabine*, en indiquant que cette gomme renferme des traces de glucose. Sa solution aqueuse dévie à gauche le plan de polarisation. L'acide azotique l'oxyde et fournit un mélange d'acide mucique et d'acide oxalique.

» Selon les espèces d'*Araucaria*, la quantité de gomme peut osciller de 25 à 39,55 pour 100; l'essence, de 1 à 2. »

M. J. **Thibault** signale une rainure lunaire qui ne figure sur aucune Carte.

« Cette rainure, rectiligne, commence au bord sud de *Birt*, se dirige au sud-est, traverse une autre rainure désignée par ζ sur la Carte de Neison et se termine un peu au nord du milieu d'un autre accident lunaire, désigné par α. Elle a été bien distinctement vue le 28 juillet dernier, huitième jour de la Lune, alors que la partie éclairée de notre satellite atteignait les bords *est* de Tycho et de Platon. Elle a été revue le 29 juillet, alors que la lumière du Soleil atteignait le bord *est* de Longomontanus et rasait le promontoire Laplace; puis le 30 juillet, ainsi que le 31, alors que la lumière solaire allait jusqu'aux bords *ouest* de Hérodote et de Marius. Elle a été revue le 1er et le 2 août.

» L'instrument est une lunette de 108^{mm} d'ouverture, et le grossissement, 200 diamètres. »

M. Fred. Fournier adresse une Note relative à une méthode analytique, pouvant servir à la résolution des équations algébriques ou transcendantes, à la recherche des intégrales, etc.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 aout 1887.

Annales de l'observatoire de Paris. Observations. 1882. Paris, Gauthier-Villars, 1887; in-4°. (Présenté par M. Mouchez.)

Recherches hydrographiques sur le régime des côtes; douzième cahier (1878-1879). Paris, Imprimerie nationale, 1887; in-4°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Annuaire des marées des côtes de France pour l'année 1888; *par* M. Hatt. Paris, Imprimerie nationale, 1887; in-32. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Annuaire des marées de la Basse-Cochinchine et du Tonkin pour l'an 1888; *par* M. G. Héraud. Paris, Imprimerie nationale, 1887; in-32. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Recherches sur les chronomètres et les instruments nautiques; 14e cahier. Paris, Imprimerie nationale, 1887; br. in-8°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Gyroscope-collimateur. Substitution d'un repère artificiel à l'horizon de la mer; par G. Fleuriais. Paris, L. Baudoin et Cie, 1887; br. in-8°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Le filage de l'huile; par le Vice-Amiral Cloué. Paris, Baudoin et Cie, 1887; br. in-8°. (Présenté par M. l'Amiral Pâris.)

H.-Bénédict de Saussure et son ascension du mont Blanc; par Albert Breittmayer. Lyon, A. Storck, 1887; br. in-8°.

Étude étiologique sur l'ulcère des pays chauds; par le Professeur Sirus-Pirondi et le Dr Constantin Oddo. Marseille, Barlatier-Feissat, 1887; br. in-8°.

Paléontologie française; livraisons 33 et 84. Paris, G. Masson, juillet 1887; 2 br. in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

Atlas de la Société de l'Industrie minérale; 3[e] série, T. I, 2[e] livraison, 1887. Saint-Étienne, Frédéric Lantz; in-f°.

Bulletins et Mémoires de la Société française d'Otologie et de Laryngologie; T. IV, fasc. II. Paris, Delahaye et Lecrosnier, 1887; br. in-8°.

Bulletin de la Société zoologique de France pour l'année 1887; Vol. XII, 2[e], 3[e] et 4[e] Parties, feuilles 10 à 32, *Pl. III* à *IV,* Paris, au siége de la Société, 1[er] août 1887; in-8°.

Bibliographie analytique des Ouvrages de Marie-Félicité Brosset, Membre de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, 1824-1879. Saint-Pétersbourg, imprimerie de l'Académie impériale des Sciences, 1887; pet. in-4°.

Procedimentos para aumentar la coloracion de los vinos; por D. Rafael Roig y Torres. Barcelona, 1887; br. in-8°.

Die Netzentwürfe geographischer Karten nebst Aufgaben über Abbildung beliebiger Flächen auf einander; von A. Tissot. Autorisierte deutsche Bearbeitung mit einigen Zusätzen, besorgt von E. Hammer. Suttgart, 1887; in-8°.

Register of the University of California, 1886-87. Berkeley, 1887; br. in-8°.

Proceedings of the royal Society; Vol. XLII, n° 255; br. in-8°.

Annual Report of the board of regents of the Smithsonian Institution, July, 1885, Part I. Washington, Government printing Office, 1886; in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 aout 1887.

Tarif officiel des Douanes. IV : *Répertoire général.* Paris, Imprimerie nationale, juin 1887; gr. in-4°.

Traité d'Anatomie comparée pratique; par le Professeur Carl Vogt (Directeur) et Émile Yung; 10[e] livraison. Paris, C. Reinwald; br. in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Sur la présence dans les végétaux d'un acide glycosuccinique; par Brunner et Chuard. Lausanne, 1887; br. pet. in-8°.

Traité sur le Phylloxéra, ses causes et son remède infaillible; par A. Goyat. Charolles, 1887; br. in-18.

Longitud del observatorio astronomico nacional Mexico, por señales telegraficas cambiadas directamente entre San-Luiz Missouri (E. U. de A.) y Tacu-

baya. Memoria que escribio y presenta à la secretaria de Fomento el ingeniero Angel Anguiano. Mexico, 1886; br. in-8°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Resultados del Observatorio nacional argentino en Cordoba, durante la direccion del Dr Benjamin-A. Gould (Juan-M. Thome, Director); Vol. VI : *Observaciones del año* 1875. Buenos Aires, 1887; gr. in-4°.

Memorie descrittive della Carta geologica d'Italia : Vol. I, *Descrizione geologica dell' isola di Sicilia, di* L. Baldacci; Vol. II, *Descrizione geologica dell' isola d'Elba, di* B. Lotti; Vol. III, *Relazione sulle miniere di ferro dell' isola d'Elba, di* A. Fabri.

Carta geologica della Sicilia. Brevi cenni relativi alla Carta geologica della isola di Sicilia. Carta geologica dell' isola d'Elba. Roma, Tipografia nazionale, 1885-1887; in-8°.

Bullettino della reale Accademia medica di Roma; anno XII, fasc. 1°-6°. Roma, stabilimento tipografico dell' *Opinione*, 1886; 5 br. in-8°.

Bulletin of the California Academy of Sciences; Vol. II, n° 6, january, 1887; in-8°.

Report of the Commissioner of education for the year 1884-85. Washington, Government printing Office, 1886; in-8°.

Circulars of information and bulletins of the Bureau of education for 1885. Washington, Government printing Office, 1886; in-8°.

Nova acta regiæ Societatis Scientiarum Upsaliensis; seriei tertiæ, Vol. XIII, fasc. II. Upsaliæ, 1887; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 AOUT 1887.

PRÉSIDENCE DE M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Note sur l'éclipse du 19 août dernier;* par M. **J. Janssen**.

« Dans la dernière séance j'ai eu l'honneur d'entretenir l'Académie d'une mission que j'avais confiée à M. Stanoiëwitch, pour l'observation de l'éclipse totale du 19 de ce mois.

» Je pense que l'Académie accueillera avec intérêt les nouvelles actuellement connues, relatives aux observations de ce phénomène.

» On sait que cette éclipse était visible, dans sa totalité, dans l'Europe orientale et l'Asie. En Asie, et notamment dans une zone qui s'étend de Tobolsk à Irkoustk et au delà, le phénomène se présentait aux astronomes et aux physiciens dans les conditions les plus favorables. Le Soleil y était élevé, la totalité atteignait son maximum et les chances de ciel pur paraissaient plus grandes aussi.

» Malheureusement la longueur et les difficultés, bien diminuées cependant aujourd'hui, d'un voyage en Sibérie, ont arrêté presque tous les observateurs. C'est dans la Prusse orientale et dans la Russie d'Europe qu'ils s'étaient concentrés.

» Peu de phénomènes de cet ordre ont provoqué un concours d'observateurs aussi éminents, aussi nombreux, et des études aussi variées.

» En Spectroscopie, on devait poursuivre l'étude des régions circumsolaires et de la couche remarquable sous-chromosphérique qui donne le renversement du spectre solaire.

» La Photographie devait être appliquée, dans presque toutes les stations, à obtenir soit le spectre, soit l'image même de la couronne.

» La recherche des planètes intra-mercurielles figurait aussi, et avec raison, dans le programme des études. On se rappelle que, en 1883, à l'île Caroline, cette recherche nous a donné un résultat négatif. Il est bien probable que les observations futures conduiront au même résultat; mais il est indispensable qu'elles aient lieu, et je pense qu'il est encore réservé à la Photographie de donner la solution définitive de la question.

» D'intéressantes études devaient être faites aussi pour obtenir une meilleure détermination du diamètre solaire.

» Enfin, on voulait tenter d'une manière sérieuse l'application de l'aérostation à l'étude de certains phénomènes produits par l'occultation solaire.

» Malheureusement, toutes ces études ont été très compromises. Les nouvelles que j'ai de la Prusse orientale sont très défavorables. D'un autre côté, M. Struve a bien voulu me donner, par télégraphe, des nouvelles de la Russie d'Europe, et, sans être tout à fait aussi fâcheuses, elles ne sont pas satisfaisantes. C'est un résultat extrêmement regrettable. En Prusse et en Russie on avait fait les plus beaux préparatifs. Je sais qu'en Russie, grâce à la haute influence de M. Struve, les savants ont reçu la plus généreuse hospitalité et toutes les facilités désirables.

» J'ai reçu de M. Stanoïëwitch un télégramme qui m'informe que, à la station de Petrowsk notre envoyé a pu prendre des photographies et faire quelques observations.

» Il est très probable que les peines de tant d'observateurs éminents eussent été beaucoup mieux récompensées dans les stations sibériennes, si supérieures encore sous les autres rapports. Concluons-en, une fois de plus, que la nature ne livre ses secrets qu'à ceux qui ne reculent devant aucun effort pour les lui arracher. »

GÉOLOGIE. — *Sur le mode de refroidissement de la Terre;* par M. **Faye**.

« Dans un Livre récent du P. Ch. Braun, intitulé : *La Cosmogonie au point de vue de la Science chrétienne* (allem.), Münster, 1887, on lit l'exposé d'une nouvelle loi géologique que j'ai publiée moi-même il y a plusieurs années.

» Après avoir décrit l'action des premières eaux sur la croûte primitive de notre globe, l'auteur poursuit ainsi (p. 84 et suiv.) :

» A ces actions passagères s'ajoutait d'une manière incessante celle du refroidissement. Toutefois, ce refroidissement présentait certaines inégalités. D'une part, il a dû progresser plus vite sous les océans, parce que la conduction de la chaleur par les eaux suit une marche ininterrompue, et surtout parce que l'eau est particulièrement apte à conduire de grandes quantités de chaleur. D'autre part, la croûte terrestre, au fond des mers, n'est point homogène; elle peut être constituée çà ou là de parties plus particulièrement conductrices pour la chaleur. Dans ces régions, la croûte terrestre a donc dû s'épaissir plus rapidement qu'ailleurs; elle y est ainsi devenue plus lourde et a dû exercer une pression de haut en bas plus forte. C'est ainsi que se sont produits, dans le sol des mers, des mouvements progressifs d'affaissement. En outre, dans ces régions où la croûte sous-marine s'affaissait, cette croûte se trouvait inférieurement en contact avec les couches fluides de la masse interne qui déjà possédaient, par elles-mêmes, une densité plus grande et peut-être une conductibilité plus marquée à cause de leur richesse métallique. Dès lors, les masses qui s'adjoignaient par en bas à la croûte sous-marine, pour en augmenter l'épaisseur, devaient être plus lourdes que les couches analogues formées au-dessous de la croûte continentale à une profondeur moindre. C'est ainsi que cette inégalité, ayant une fois débuté dans la formation de l'écorce solidifiée, portait en elle-même la cause qui a dû la faire continuer avec une intensité croissante.

» Le résultat de cette inégalité dans la marche du refroidissement a été que des régions entières de l'écorce terrestre ont été recouvertes par des mers profondes, tandis que d'autres régions ont été soulevées au-dessus du niveau général, sous forme de continents, par la réaction hydrostatique de la masse interne.

» L'auteur développe ensuite cette idée en l'appliquant à la Géologie et il ajoute (p. 87) :

» Considérez que ces assertions ne sont pas des hypothèses, mais des faits établis, sans contestation possible, sur les travaux des géologues. La plupart de nos hautes chaînes de montagnes n'ont pas d'autre origine.

» L'Académie reconnaîtra dans ces lignes la loi géologique dont je l'ai plus d'une fois entretenue et que j'ai formulée ainsi :

» *Le refroidissement de la croûte terrestre va plus vite et plus profondément sous les mers que sous les continents.*

» La croûte sous-marine gagne de plus en plus en épaisseur et en densité et presse davantage sur la masse fluide interne. Cet excès de pression qui se reproduit continuellement dans la suite des siècles est transmis en tout sens par le noyau liquide du globe; il constitue une force, une réaction constante de bas en haut qui tend à exhausser de plus en plus les parties faibles de l'écorce terrestre; il détermine à la longue le soulèvement des continents et la formation des chaînes de montagnes, et se manifeste aujourd'hui encore dans les lents mouvements séculaires de bascule des divers fragments de l'écorce terrestre.

» Cette loi si simple a une réelle importance pour la Physique du globe et la Géologie. Elle rectifie et complète les idées qui régnaient autrefois sur les actions mutuelles de la masse interne fluide et son écorce solidifiée. Elle montre que ces actions ne sont pas dues seulement au refroidissement général, mais, avant tout, au mode de refroidissement particulier à notre globe, mode qui ne se retrouve pas sur les astres privés de mers, tels que la Lune.

» Enfin, c'est grâce à cette loi que l'équilibre a pu se produire, à toute époque, entre les pressions exercées sur la masse interne formée dès l'origine de couches régulières, et que la surface de niveau des mers a pu conserver la figure toute géométrique qu'elle nous présente aujourd'hui encore, malgré les dislocations de la croûte solide.

» J'ai exposé cette loi à plusieurs reprises dès 1880, dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'année* 1881, et dans la partie géodésique de mon *Cours d'Astronomie à l'École Polytechnique*, 1881. Je l'ai reproduite dans deux Conférences publiques à la Sorbonne, qui ont été publiées dans la *Revue scientifique* de 1881 et 1886, et dans divers articles des *Comptes rendus*, au cours d'une discussion avec M. de Lapparent. Elle a été accueillie avec quelque faveur par de savants géologues, en France et en Angleterre ([1]). Ces savants ont bien voulu citer mon nom. Le P. Braun ne

---

([1]) Voir dans le journal anglais *Nature* ou dans la *Revue scientifique*, 1886, n° 15, le beau discours de M. W. Dawson, président de l'Association britannique, dans la session de Birmingham.

manque pas de le faire lorsqu'il croit devoir critiquer mes théories, mais il supprime mon nom quand il les adopte et les reproduit. »

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Solution d'un problème;* par M. **J. Bertrand.**

« On suppose que deux candidats A et B soient soumis à un scrutin de ballottage. Le nombre des votants est μ. A obtient m suffrages et est élu, B en obtient $\mu - m$. On demande la probabilité pour que, pendant le dépouillement du scrutin, le nombre des voix de A ne cesse pas une seule fois de surpasser celles de son concurrent.

» La probabilité demandée est $\frac{2m-\mu}{\mu}$. La démonstration est fondée sur la formule suivante qu'il est aisé de rendre évidente.

» Si $P_{m,\mu}$ désigne le nombre de combinaisons qui, dans le dépouillement du scrutin, sont favorables à l'événement demandé, on a

$$P_{m+1,\mu+1} = P_{m,\mu} + P_{m+1,\mu}.$$

» L'expression générale de $P_{m,\mu}$ se déduit de cette formule, mais il semble vraisemblable qu'un résultat aussi simple pourrait se démontrer d'une manière plus directe.

» Si le nombre des votants est 60, il faut que le candidat élu obtienne 45 voix pour que la probabilité de conserver la majorité pendant toute la durée du scrutin soit égale à $\frac{1}{2}$. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Moise Lion** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur les moyens d'éviter les collisions des navires ».

L'auteur considère les signaux optiques d'une grande intensité comme les seuls qui présentent des garanties suffisantes de pénétration, par les temps de brume. A bord des navires en marche, le signal avertisseur devrait consister en un foyer électrique, dont la lumière serait projetée suivant un faisceau oblique à l'horizon, et mobile autour d'un axe vertical.

L'auteur insiste sur l'avantage qu'il y aura à imprimer à la lumière un mouvement oscillatoire, pour en accroître la visibilité.

(Renvoi à la Commission spécialement chargée de l'étude de cette question.)

M. **Ch. Brame** adresse une nouvelle Note relative aux modifications qu'éprouvent les effets produits sur un prisme par la lumière solaire, suivant la hauteur du Soleil.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Opuscule de M. *P.-P. Dehérain*, intitulé : « L'œuvre agricole de M. Boussingault ». (Extrait des *Annales agronomiques*.)

ASTRONOMIE. — *Éclipse partielle de Lune, en partie visible à Orgères (Eure-et-Loir), le* 3 *août* 1887 (1). Note de M. **Edm. Lescarbault**.

« Voici d'abord quel a été l'état du ciel avant, pendant et après l'éclipse :

» ($7^h 15^m$ soir). Vent modéré; moins de nuages qu'à 5^h : des stratus gris, en bandes et en bandelettes, jusqu'à une grande hauteur au-dessus de l'horizon (de 10° à 15° à la région *est*). Les 0,75 du ciel sont découverts et étoilés.

» ($8^h 15^m$ soir). Le croissant de Vénus est un peu trouble et rougeâtre derrière les vapeurs ordinaires de l'horizon; Jupiter me paraît assez net; je ne distingue que deux bandes (bistre faible) et les calottes polaires sans changements sensibles, comparées à ce qu'elles étaient à la fin de juillet. Les quatre satellites aussi sont très nets. Le reste du ciel est assez pur, malgré la présence de quelques nuages gris et jaunâtres à la région orientale.

» ($8^h 35^m$). La Lune est complètement dégagée des stratus gris foncé qui la couvraient.

---

(1) L'observation a été faite avec une lunette de 5 pouces; grossissement : 150 fois. Images renversées.

» L'ombre qui occupe la partie supérieure gauche de la Lune est presque noire. A peine y aperçoit-on quelques détails, qu'il ne m'est pas possible de reconnaître; cependant à gauche, et *à droite surtout*, je remarque deux triangles curvilignes, de 2',5 à 3',5 de largeur à la base, où l'ombre est plus rougeâtre que la couleur *marron très foncé;* le triangle de gauche est encore plus sombre que celui de droite; un filet mince, de la même couleur que les triangles, mais plus foncé, les réunit au *sud* de la Lune. Les bords intérieurs de ces surfaces marron se fondent insensiblement avec l'ombre noire. Dans cette ombre marron on peut distinguer très vaguement quelques cirques, qu'il ne m'est pas possible de reconnaître.

» Sur la Lune, l'ombre est bordée par une bande d'un jaune-paille grisâtre, qui tranche sur la blancheur éclatante de la Lune; elle est deux fois et demie ou trois fois large comme Tycho, qui se trouve à peu près au milieu de sa largeur. Le bord commun à cette bande et à l'ombre est assez nettement tracé; il s'en détache une autre bande grise, secondaire, qui n'a guère que le tiers ou la moitié de la largeur de la bande totale, dont elle fait partie, et semble formée par des filaments raides, normalement placés, disposés en amas plus ou moins serrés (filaments de longueurs inégales).

» ($8^h 55^m$ soir). La bande d'un jaune-paille grisâtre, qui a deux fois et demie ou trois fois la largeur de Tycho, existe maintenant seule; la bande grise, irrégulière, a disparu. La partie découverte de la Lune est d'un blanc très pur; les mers, d'un gris peu prononcé. Un petit cirque, situé à droite et en haut de la mer de Tranquillité, se présente comme un gros point d'un très vif éclat; il en est de même de trois ou quatre autres points situés presque sur une même ligne, au *nord* de la ligne qui joint Kopernic à Kepler.

» (Minuit). Vent très modéré; B. = $27^p\,11^l,90$; l'éclat et la beauté de la Lune n'ont fait qu'augmenter jusqu'à la sortie de la pénombre. Les petits cirques mentionnés plus haut n'ont fait que devenir plus brillants. »

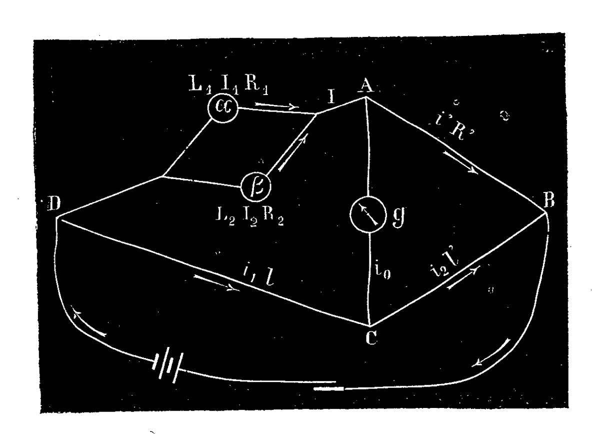
ÉLECTRICITÉ. — *Sur le coefficient de self-induction de deux bobines réunies en quantité*. Note de MM. G. MANEUVRIER et P. LEDEBOER, présentée par M. Lippmann.

« Dans une précédente Communication (¹), nous nous sommes occupés du problème suivant : Est-il possible de compenser, au point de vue de la

(¹) *Comptes rendus* du 25 juillet.

self-induction, un système de deux bobines réunies en quantité par une bobine unique, et, par suite, est-il possible d'assigner à un pareil système un coefficient de self-induction déterminé, dans l'acception propre du mot? D'une part, nous avons démontré par le calcul qu'il n'y a, *dans le cas le plus général,* qu'une seule solution, laquelle est subordonnée à l'existence d'une certaine équation de condition. D'autre part, une première série d'expériences nous a donné une vérification approchée d'une *solution particulière,* obtenue aussi par le calcul, à l'aide d'une certaine hypothèse sur la *vitesse de variation* du courant. Nous nous étions réservé de rechercher ultérieurement jusqu'à quel degré d'approximation ces derniers résultats seraient vérifiés dans le cas le plus général. C'est dans ce but que nous avons entrepris une nouvelle série d'expériences.

» Nous avons intercalé dans l'une des branches du pont de Wheatstone, par exemple en DA (*fig.* 1), un système de deux bobines, α et β, réunies



en quantité, et dans la branche correspondante, en AB, une bobine unique; puis, nous avons réglé la résistance et le coefficient de self-induction dans cette dernière branche, de manière à établir l'équilibre du pont aussi bien pour l'état permanent du courant continu que pour les deux extra-courants. (Cette bobine possède alors un coefficient de self-induction qui satisfait à l'équation de condition (7) de notre solution particulière). Cela fait, nous avons soumis la bobine aux deux épreuves suivantes :

» 1° Nous avons multiplié l'effet des extra-courants à l'aide de l'interrupteur tournant qui nous avait servi dans nos expériences antérieures [1],

[1] *Comptes rendus* du 28 mars 1887.

en les déchargeant n fois par seconde dans le galvanomètre du pont : nous avons constaté alors que *l'équilibre obtenu précédemment ne se conservait pas*.

» 2° Nous avons substitué, dans le dispositif du pont, d'une part une source de courants alternatifs à la pile, d'autre part un électrodynamomètre (¹) au galvanomètre : nous avons constaté encore une fois que *l'équilibre ne se conservait pas*.

» Or nous nous sommes assuré, d'ailleurs, que l'équilibre se conserve parfaitement lorsqu'on soumet aux mêmes épreuves deux bobines simples, placées dans les deux branches correspondantes du pont, et se compensant exactement au point de vue de la self-induction. On sait que cette compensation est obtenue rigoureusement, lorsqu'on réalise le dispositif de Maxwell pour la comparaison de deux coefficients de self-induction (²).

» Il nous est donc permis d'affirmer que l'impossibilité de maintenir l'équilibre du pont dans les circonstances précédentes était due à ce que la compensation n'est pas réalisée d'une manière absolue par notre solution particulière, et à ce qu'il est réellement impossible de compenser exactement le système des deux bobines réunies en quantité par une bobine unique, du moins lorsque l'équation de condition (4) n'est pas satisfaite.

» Toutefois nous avons rencontré une exception, dans le cas où les deux bobines du système possèdent des constantes telles que le rapport $\frac{L}{R}$ soit très petit. Ce cas se présente dans un électrodynamomètre, à bobines en dérivation, de M. Carpentier. Cet appareil étant placé en DA (*fig.* 1), nous l'avons équilibré par une bobine unique placée en AB, et dont nous faisions varier successivement soit la résistance, en augmentant la longueur totale du fil, soit le coefficient de self-induction, en augmentant le nombre des spires du fil (sans toucher à la longueur). Or, l'équilibre étant une fois réalisé pour le courant continu et pour les extra-courants multipliés, il s'est parfaitement maintenu pour les courants alternatifs.

» D'après nous, cette exception peut d'ailleurs s'expliquer en considérant quel est le temps nécessaire au courant, qui s'établit dans le pont, pour atteindre une fraction déterminée $\left(\frac{1}{n}\right)^e$ de son intensité finale. On

---

(¹) Nous nous sommes servis d'un électrodynamomètre sensible de Giltay (genre Bellati), prêté obligeamment par M. Raynaud, directeur de l'École supérieure de Télégraphie.

(²) Voir M. Brillouin, *Comparaison des coefficients de self-induction*.

sait que cette durée t est fournie par la formule $t = \frac{L}{R} \log \text{nép.}\, n$; or, pour les deux bobines de l'électrodynamomètre Carpentier, les constantes étaient

$$\left.\begin{matrix} L_1 = 0,000051 \\ R_1 = 0,094 \end{matrix}\right\} \quad \text{et} \quad \left\{\begin{matrix} L_2 = 0,000150 \times 10^9 \text{cm} \\ R_2 = 1^{\omega},00 \end{matrix}\right.$$

» En calculant la durée d'établissement du courant jusqu'au *centième*, on trouve : pour la première bobine, environ $\frac{1}{400}$ de seconde ; pour la deuxième, un peu moins de $\frac{1}{1000}$ de seconde. Or, comme la vitesse de notre interrupteur tournant ne dépassait pas 50 tours par seconde, on voit que le courant avait parfaitement le temps d'atteindre à chaque décharge son intensité finale. Il en était de même pour nos courants alternatifs, qui provenaient d'une source à 180 alternances par seconde. Lorsqu'au contraire on opère dans des conditions ordinaires avec une bobine ayant pour constantes $L = 0,0359$ et $R = 2^{\omega},39$, la durée d'établissement au centième est supérieure à $\frac{1}{10}$ de seconde, et le courant n'a pas le temps d'atteindre son intensité finale, ni dans le cas de l'interrupteur tournant, ni dans celui des courants alternatifs.

» En résumé, les deux séries d'expériences que nous venons d'exposer nous conduisent aux conclusions suivantes :

» 1° Dans le cas général, on ne peut pas compenser le système de deux bobines réunies en quantité par une bobine unique, et, par suite, un pareil système *n'a pas de coefficient de self-induction*, dans l'acception propre du mot.

» 2° Lorsque les deux bobines satisfont à l'équation de condition

$$\frac{L_1}{R_1} = \frac{L_2}{R_2},$$

on peut remplacer le système par une bobine unique, ayant pour constantes

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{et} \quad L = \frac{L_1 L_2}{L_1 + L_2}.$$

» 3° Dans le cas particulier où l'on mesure les coefficients de self-induction par la méthode des extra-courants et à l'aide du dispositif du pont de Wheatstone, on arrive à déterminer par un calcul, fondé sur une certaine hypothèse, les constantes d'une bobine unique pouvant remplacer le système des deux bobines. L'expérience confirme sensiblement les conséquences de ce calcul, c'est-à-dire que la compensation paraît suffisante, au moins lorsqu'on se borne à lancer dans les branches du pont soit un courant continu, soit l'un des deux extra-courants. Mais l'équilibre ne

persiste plus, lorsqu'on envoie dans le pont une série d'extra-courants (par la méthode de l'interrupteur tournant), ou bien une série de courants alternatifs.

» 4° Enfin, il existe un autre cas particulier où le système des deux bobines peut être compensé, dans toutes les circonstances, par une bobine unique : c'est lorsque les constantes des bobines sont dans un rapport $\frac{L}{R}$ assez petit pour que la durée d'établissement complet du courant soit inférieure à la période de succession des courants (soit discontinus, soit alternatifs) lancés dans les branches du pont ([1]). »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la compressibilité de quelques dissolutions de gaz.* Note de M. F. **Isambert.**

« Les gaz très solubles, tels que le gaz ammoniac, donnent des solutions qui paraissent, par certains caractères, différer totalement des combinaisons véritables. Ainsi la chaleur qu'ils dégagent en se dissolvant varie, pour un même poids de gaz, avec la quantité du dissolvant, et les tensions du gaz émis par la dissolution dépendent, à une température constante, de la proportion de gaz dissous. Le phénomène est évidemment complexe, puisque le composé solide, qui pourrait se former, se trouve dissous dans l'un de ses éléments, et cette dissolution fait varier la chaleur dégagée comme aussi elle modifie la loi du dégagement du gaz. Ainsi, dans les expériences de MM. Debray et Joannis sur la dissociation de l'oxyde de cuivre ([2]), la tension de l'oxygène, constante tant qu'il reste de l'oxyde solide, devient variable quand le sous-oxyde produit a dissous tout l'oxyde. J'ai observé le même fait dans la décomposition de l'hydrate de chlore : la constance de la tension cesse quand il ne reste plus de cristaux d'hydrate solide; et cependant l'étude de la solubilité du gaz a montré que, même à ce moment, au-dessous de 8°, on a la dissolution d'un hydrate solide.

» J'ai essayé d'obtenir des données nouvelles sur cette question, par l'étude des propriétés physiques de ces dissolutions, et, en premier lieu, de leur compressibilité.

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire des Recherches physiques de la Sorbonne.

([2]) *Comptes rendus*, 1884, p. 583.

» L'appareil de compression dont je me suis servi se compose d'un cylindre vertical, en fonte de laiton ; une large ouverture à la partie inférieure sert à visser une monture métallique, dans laquelle est solidement mastiquée une longue éprouvette en verre très épais. C'est par cette ouverture que l'on introduit le réservoir piézométrique en verre, dont la tige, divisée en parties égales, plonge dans une couche de mercure, au fond de l'éprouvette. La partie supérieure du cylindre métallique présente trois ouvertures plus petites. La première reçoit un piston plongeur, de petit diamètre, muni d'un pas de vis à la partie supérieure ; un écrou, qui tourne dans une position invariable, fait descendre le piston dans le cylindre, à travers une boîte à cuirs, et détermine la compression. La seconde ouverture laisse passer un tube en fer, fermé à la partie inférieure, et contenant du mercure dans lequel plonge un thermomètre. Enfin la troisième est destinée à remplir l'appareil de liquide et à permettre la décompression, cette ouverture étant fermée par une sorte de bouchon métallique, muni d'un conduit que peut fermer une pointe conique en acier, qui se visse dans sa masse. Une ouverture latérale reçoit un manomètre métallique, qui donne la pression. Toutes ces parties sont adaptées au réservoir à l'aide de pas de vis et de cuirs gras interposés; les fermetures ainsi obtenues sont hermétiques. L'appareil, construit par M. Golaz, fonctionne parfaitement; il permet d'obtenir des pressions de 40 ou 50 atmosphères et de les maintenir constantes pendant plusieurs heures.

» Les réservoirs piézométriques en verre que j'ai employés avaient un volume d'environ 130^{cc}; le volume d'une des divisions du tube capillaire variait entre $\frac{1}{25457}$ et $\frac{1}{15471}$ du volume total. Les plus petits changements de température amenaient des différences de volume très appréciables : j'ai dû en tenir compte, en employant la méthode de correction en usage pour le calorimètre à mercure de Favre et Silbermann. Le réservoir, qui contient 2^{lit} d'eau, s'échauffe lentement, et la marche de la colonne dans le tube capillaire présente, en général, une grande régularité. En suivant, avant et après l'expérience, la marche de la colonne liquide, j'obtiens un terme de correction qui, déduit de l'effet total, permet de mesurer le changement résultant de la seule variation de pression.

» J'ai ainsi obtenu les résultats suivants, qui donnent les coefficients de compressibilité des divers liquides sur lesquels j'ai opéré :

Eau distillée.	
20°	0,0000440
»	0,0000446

Ammoniaque (330 lit gaz pour 1 lit de liquide).	
21°,5	0,0000376
22,5	0,0000385
22,5	0,0000382
21,0	0,0000381

Ammoniaque (140 lit gaz pour 1 lit de liquide).	
20°,4	0,0000387
21,0	0,0000387
22,2	0,0000392

Acide chlorhydrique à 22°.	
20°,5	0,0000366
19,6	0,0000362
19,6	0,0000369

Acide sulfureux dans l'alcool (60 lit dans 1 lit en dissolution).	
18°,9	0,0001024
19,1	0,0001041
20,3	0,0001028

Éther ordinaire.	
21°,5	0,000183

Éther ammoniacal.	
21°	0,000183
22	0,000185
22	0,000186

Alcool.	
19°	0,0001076

Alcool ammoniacal (87 lit dans 1 lit).	
19°,1	0,0001078
18	0,0001063
19,7	0,0001073

» Quelle que soit la valeur absolue de ces coefficients apparents, on voit immédiatement que la solution d'acide chlorhydrique, qu'on a toujours regardée comme formée d'hydrates définis, a un coefficient notablement inférieur à celui de l'eau pure, comme celui des solutions salines dans les expériences de M. Grassi. La dissolution du gaz ammoniac dans l'eau se comporte de la même manière, et son coefficient augmente un peu quand la quantité de gaz dissous diminue. L'éther dissout trop peu de gaz ammoniac pour qu'on puisse tirer une conclusion de l'identité des coefficients obtenus avec l'éther et l'éther ammoniacal, mais la solution alcoolique d'ammoniaque donne le même coefficient que l'alcool, tandis que la solution d'acide sulfureux se comprime un peu moins que l'alcool.

» Il me paraît résulter de ces mesures : 1° qu'une simple dissolution de gaz change peu le coefficient de compressibilité du dissolvant; 2° que la dissolution du gaz ammoniac dans l'eau se comporte comme la dissolution d'un véritable composé chimique. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les titanates de zinc, et particulièrement sur un trititanate*. Note de M. **Lucien Lévy**, présentée par M. Berthelot (¹).

« Deux méthodes générales permettent d'obtenir des titanates métalliques : 1° l'action de l'oxyde métallique sur l'acide titanique, en présence du chlorure ou du fluorure; 2° l'action, sur le même acide, d'un mélange du sulfate métallique et d'un sulfate alcalin. Appliquées à la production des titanates de zinc, ces deux méthodes m'ont donné des résultats différents. La première, dont je m'occuperai spécialement ici, conduit, en général, à un trititanate; la deuxième, au contraire, fournit plusieurs sels, suivant les proportions employées.

» I. *Préparation*. — Quand on chauffe dans un tube de verre, sur un bec Bunsen, 6^{gr} d'acide titanique, $2^{gr},5$ d'oxyde de zinc, et de 5 à 10^{gr} de chlorure de zinc sec, on obtient une masse violette, provenant d'une réaction incomplète et contenant toujours un excès d'acide titanique.

» Vient-on à forcer la proportion de chlorure de zinc, il se forme une masse jaunâtre, qui retient encore du chlore après de nombreux lavages à l'eau acidulée à l'acide chlorhydrique, puis à l'eau pure.

» Si, au lieu d'opérer à basse température, on opère à une température élevée, par exemple si l'on chauffe au four Perrot, dans un creuset de charbon, brasqué avec un mélange de rutile et de charbon, le mélange dont j'ai indiqué plus haut les proportions, il ne se produit rien, à cause de la volatilisation du chlorure de zinc; mais, si l'on opère dans un tube de porcelaine, bouché à une extrémité et assez long pour condenser le chlorure de zinc, alors il se forme une masse cristalline, violette ou verte, soudée au tube et contenant, entre autres choses, du titanate, du zinc, de la silice et de la potasse.

» Il semble donc que, suivant la proportion de chlorure de zinc, ou puisse avoir deux produits différents. Mais les analyses n'ont rien appris sur la composition de ces deux corps, à cause des impuretés qu'il est impossible d'en séparer.

» On obtient un meilleur résultat en chauffant, pendant une heure et demie, au four Perrot, dans un creuset de charbon, avec le dispositif pré-

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Jungfleisch, à l'École de Pharmacie.

cédent et sous une couche légère de fluorure de potassium, un mélange formé de 7^{gr} TiO^2, 5^{gr} ZnO, et un peu de $ZnFl^4$; ou bien de 7^{gr} TiO^2 et de 30^{gr} $ZnFl^4$: il se forme alors une masse d'une belle couleur violette, riche en fines aiguilles. Le produit, lavé à l'eau, pour enlever le fluorure de potassium, puis traité par l'acide sulfurique concentré, pour dissoudre l'oxyde de zinc en excès et le fluorure de titane qui semble s'être formé, dégage des vapeurs fluorhydriques et laisse libres les belles aiguilles.

» Si l'on substitue au fluorure de potassium le chlorure qui est moins fusible, on obtient une masse verdâtre, dont nous verrons plus loin la nature.

» Si l'on prend pour fondant le mélange des chlorures de potassium et de sodium, qui fond assez bas, on a bien les aiguilles violettes, mais elles sont mêlées à des aiguilles jaunâtres de titanate de potasse.

» III. *Analyse.* — Ces aiguilles violettes contiennent de l'acide titanique, de l'oxyde de zinc, et un peu de fer, provenant de l'acide titanique, dont on le sépare difficilement.

» Les différents éléments ont été dosés ainsi qu'il suit :

» *a*. Zinc. — Le composé étant fondu au bisulfate, la masse est dissoute et la liqueur neutralisée, en partie, si c'est nécessaire, avec de la potasse et non de l'ammoniaque. L'acide titanique et tout le fer sont précipités par une ébullition de six à sept heures. Dans la liqueur, on précipite le zinc par le carbonate de soude; puis on le pèse à l'état d'oxyde (α) ou de sulfate (β).

» *b*. Acide titanique : α. *Dosage direct.* — L'acide titanique et l'oxyde de fer sont précipités simultanément à l'ébullition; on sépare le fer par le procédé de M. Friedel, et l'on pèse l'acide. On connaît alors le fer par différence.

» β. *Dosage par différence.* — On fond l'acide titanique ferrugineux avec du bisulfate. On dissout et l'on fait bouillir la liqueur, suffisamment acide, pendant deux heures, avec un réducteur tel que les acides sulfureux ou sulfhydrique. On chasse l'excès de ces réactifs par le gaz carbonique et l'on dose le fer par le procédé Marguerite. Le poids du fer étant connu, on calcule par différence celui de l'acide titanique.

» C. Fer. — On vient de voir que le fer se dose, soit par différence, soit directement, en même temps que l'acide titanique. Pour reconnaître son état d'oxydation, sur un échantillon de trititanate fondu au bisulfate, on dose d'abord le protoxyde; puis, sur un autre, réduit comme en $b\beta$, on dose le fer total. On constate ainsi que la presque totalité du fer est à l'état de protoxyde.

» On a, d'ailleurs, constaté aussi que tout le fer est précipité, avec de l'acide titanique, par une ébullition de six heures. »

» Les résultats trouvés dans l'analyse des aiguilles violettes conduisent à la formule $3TiO^2, ZnO$, une certaine partie de l'oxyde de zinc étant remplacée par du protoxyde de fer.

	I.	II.	III.	Calculé.
TiO^2	74,55 (b, α)	75 (b, β)	74,24 (b, α)	74,85
ZnO	22,3 (a, α)	23,2 (a, α)	22,7 (a, β)	25,15
FeO	2,5 (b, α)	2,4 (b, α)	2,5 (b, β)	0
Équiv. en ZnO du FeO..	2,8	2,7	2,8	0
Total de Zn et de l'équivalent en ZnO du FeO.	25,1	25,9	25,5	25,15

» La réaction qui donne naissance au trititanate de zinc paraît être la suivante :

$$7TiO^2 + ZnFl^4 = 2(3TiO^2, ZnO) + TiFl^4.$$

» *Propriétés.* — Le trititanate de zinc est un corps en aiguilles, gris d'acier, un peu violacé, de densité 4,92 à 15°, insoluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, infusible au chalumeau; la chaleur le transforme, sans perte de poids, en une masse verdâtre.

» L'hydrogène au rouge ne l'attaque pas; le mélange de chlorure et d'acide chlorhydrique le volatilise en partie; les acides sulfurique, chlorhydrique, azotique étendus, ne l'attaquent pas, même à chaud; l'acide sulfurique bouillant l'attaque difficilement; les alcalis concentrés et bouillants ne l'attaquent pas; la potasse fondante l'attaque; enfin l'eau oxygénée acide prend à son contact la coloration jaune caractéristique, mais l'attaque n'est jamais complète. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Appareil pour l'étude de la respiration de l'homme.* Note de MM. **F. Jolyet, J. Bergonié** et **C. Sigalas**, présentée par M. Bouchard.

« Le problème complet de la respiration consiste à déterminer : 1° les quantités d'oxygène absorbé et d'acide carbonique exhalé par un animal ou par l'homme vivant dans les conditions normales ; 2° les variations de l'azote dans l'air expiré.

» La première question a été étudiée par un grand nombre de physiologistes. Quant aux variations de l'azote, les quelques expériences faites pour les déterminer ont laissé le problème irrésolu. Regnault et Reiset, observateurs si consciencieux et si précis, n'ont pas osé se prononcer définitivement. De plus, les desiderata qu'ils ont formulés à la fin de leur beau Mémoire de 1849, à savoir : l'étude distincte et simultanée de la respiration

pulmonaire et de la respiration cutanée, d'une part; d'autre part, l'étude complète de la respiration de l'homme, n'ont pas encore été comblés.

» Il nous a semblé que la meilleure méthode qui permette de doser tous les gaz de la respiration est celle dont l'idée première a été formulée par Lavoisier et qui a été appliquée par les deux savants que nous venons de nommer : « Faire vivre un animal pendant un temps suffisamment pro- » longé dans un espace clos où l'oxygène consommé soit sans cesse rem- » placé par de nouvel oxygène et où l'acide carbonique expiré soit ab- » sorbé sans cesse par une dissolution de potasse ». C'est donc ce principe qui nous a guidés dans la construction de l'appareil que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie.

» Il nous permet de faire respirer l'animal ou l'homme en expérience, pendant un temps indéfini, en étudiant à volonté la respiration pulmonaire et cutanée ensemble ou séparément, dans un espace aussi restreint que l'on voudra et dans des conditions physiologiques absolument normales.

» Il comprend quatre parties, communiquant entre elles et formant un espace clos et rigide : 1° une cloche dans laquelle le sujet en expérience respire; 2° un système de pipettes oscillantes, à glycérine; 3° un appareil condenseur de CO^2; 4° un réservoir servant à fournir et à mesurer l'oxygène.

» Pour en faire comprendre en même temps la composition détaillée et le fonctionnement, supposons en train une expérience de respiration pulmonaire.

» Le sujet est muni d'un masque hermétique qui communique par un robinet à trois voies avec une des tubulures de la cloche. A une tubulure opposée est adapté un sac de caoutchouc de 1^{lit} de capacité. L'individu respire d'abord au dehors. Lorsque l'expérience doit commencer, on tourne convenablement la clef du robinet à trois voies, juste à la fin d'une inspiration. La première expiration dans la cloche est recueillie par le sac de caoutchouc, et, par ce moyen, le sujet situé au dehors de la cloche se comporte comme s'il y était inclus, c'est-à-dire sans y produire de modifications de pression autres que celles qui résulteront de la consommation graduelle de l'oxygène.

» L'air vicié de la cloche est entraîné par le mouvement des pipettes à glycérine (qui n'absorbe pas CO^2), dont le rôle unique est ici de le faire passer à chaque mouvement de va-et-vient à travers l'appareil condenseur de l'acide carbonique.

» Celui-ci se compose de deux flacons intercalés sur les tubes de communication des pipettes à la cloche; ils renferment une dissolution titrée de potasse qui est violemment agitée et pulvérisée au moyen d'un mouvement rapide et saccadé communiqué par une bielle articulée au volant du moteur qui met les pipettes en mouvement.

» L'avantage de cette séparation des deux systèmes, pipettes et condenseurs, qui sont réunis dans l'appareil de Regnault et Reiset, est : 1° de pouvoir donner aux pipettes des dimensions assez grandes pour opérer une bonne circulation d'air, tout en permettant de restreindre au nécessaire les quantités de dissolution de potasse employées; 2° par le fait de la pulvérisation de la potasse, de dépouiller instantanément l'air qui traverse les condenseurs de tout son acide carbonique.

» L'absorption de CO^2 tend à produire une diminution de pression utilisée pour faire un appel d'oxygène qui vient remplacer l'acide carbonique absorbé. Cet oxygène passe à travers un compteur-enregistreur, qui inscrit à mesure les quantités absorbées.

» On peut donner au taux de l'acide carbonique dans l'air de l'appareil toutes les valeurs possibles, en faisant varier le volume des pipettes et le nombre de leurs mouvements. En effet, en désignant par q la quantité de CO^2 contenue dans l'unité de volume de l'air de l'appareil, par V le volume des pipettes, par R la quantité de CO^2 exhalé à chaque mouvement respiratoire dont le nombre est n pendant la montée d'une des pipettes, on a

$$Vq = nR,$$

d'où

$$q = \frac{nR}{V}$$

On peut aussi connaître très simplement *a priori*, le volume des pipettes étant donné, quel doit être le volume de la cloche (variable à volonté) pour obtenir un taux choisi d'acide carbonique.

» Cette élasticité de l'appareil nous permettra d'étudier la manière dont varient les échanges gazeux respiratoires lorsqu'on fait varier le taux de CO^2 dans l'air inspiré, étude dont l'importance est facile à apercevoir. Elle nous permettra, de plus, de limiter la masse d'air servant à la respiration, de telle sorte qu'une quantité d'azote exhalée ou absorbée, fût-elle très petite, fasse varier notablement le taux de ce gaz.

» On empêche l'état hygrométrique de l'air respiré de s'élever au-dessus d'une certaine valeur, en disposant dans l'appareil un bain d'acide sulfu-

rique. L'air expiré vient lécher la surface du bain et s'y débarrasse des matières organiques qu'il contient.

» Dans une prochaine Communication, nous ferons connaître à l'Académie les résultats de nos expériences, déjà nombreuses, sur la respiration de l'homme, et en particulier sur les variations de l'azote. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Structure de la fausse branchie des Prosobranches pectinibranches.* Note de M. **Félix Bernard.**

« La fausse branchie des Gastéropodes prosobranches a été jusqu'ici étudiée surtout dans des monographies. Cependant nous possédons sur ce sujet deux travaux de morphologie comparée : celui de Speugel et celui de M. Bouvier. D'après ces auteurs, et c'est l'opinion la plus généralement admise, cet organe n'est pas l'homologue d'une branchie proprement dite, et ne représente pas l'une des branchies des Acéphales, réduite à un état plus ou moins rudimentaire. La présence constante d'un gros ganglion, qui émet dans l'intérieur de chaque feuillet des nerfs plusieurs fois bifurqués; les transitions ménagées qu'on trouve entre les fausses branchies bipinnées et le long filet ganglionnaire qui s'étend chez les Paludines, les Littorines, etc., à côté de la branchie; d'autres raisons morphologiques encore permettent de supposer, d'une part, que la fausse branchie est de nature essentiellement nerveuse; d'autre part, que son rôle est probablement sensoriel (organe olfactif de Speugel).

» Mais cette opinion rencontre encore aujourd'hui des contradicteurs; et de plus, en admettant la valeur des arguments dont il s'agit, il pourrait se faire que la partie essentielle fût le ganglion, dont le rôle pourrait, dans le cas d'une fausse branchie filiforme, être limité à l'innervation de la vraie branchie. Pour déterminer le rôle sensoriel ou respiratoire de la fausse branchie, il était donc nécessaire d'entreprendre son étude histologique. Je présente aujourd'hui quelques résultats relatifs au cas des fausses branchies bipinnées, munies de lamelles, et qui se rapprochent le plus en apparence des vraies branchies : c'est donc là que la ressemblance des deux organes peut apparaître avec plus de netteté, si elle existe. J'ai examiné, comme faisant partie d'un premier groupe, les genres suivants : Ranelle, Cassis, Cassidaire, Fasciolaire, Volute, Buccin, Nasse, Dolium, Murex, Cone et quelques genres voisins.

» 1° On doit considérer la fausse branchie comme formée par une série

de plis de la lame interne du manteau. L'espace compris à l'intérieur de chaque lamelle est une *lacune* communiquant par une fente avec la grande lacune intra-palléale qui règne sous la fausse branchie. Le *canal branchial afférent*, qui s'étend entre cet organe et la vraie branchie, est bien endigué par des parois musculaires (percées de fentes) du côté de cette dernière; mais, du côté de la fausse branchie, il n'est séparé de la lacune intra-palléale que par un tissu conjonctif spongieux, perforé d'innombrables ouvertures par où le sang de la fausse branchie arrive au canal et de là au cœur. Ce canal n'est donc pas un vaisseau proprement dit.

» 2° Dans chaque lamelle pénètre un nerf principal, quelquefois formé de plusieurs faisceaux anastomosés; il donne des ramifications (existant seules, ou au moins bien développées d'un seul côté). Entre ces ramifications, se trouvent les cellules conjonctives multipolaires, anastomosées, identiques à celles que j'ai précédemment décrites dans la vraie branchie : je les mets nettement en évidence au moyen du bleu de méthylène et de l'acide chromique. Dans le cas où les ramifications nerveuses primaires sont régulières et parallèles, l'espace compris entre les deux branches successives est endigué par des cellules conjonctives petites et serrées, mêlé à des fibres musculaires et conjonctives, et déterminant des poches terminées en cul-de-sac du côté du nerf, ouvertes du côté opposé dans une sorte de *sinus* longitudinal de même nature. Cet ensemble s'injecte avec la plus grande facilité et donne une figure semblable à celle du système nerveux et disposée en sens inverse. L'injection, poussée avec force, franchit les parois peu serrées de ce sinus et remplit la lacune entière.

» 3° Le *nerf* a été étudié avec facilité surtout chez la Cassidaire et les genres voisins. J'emploie à cet effet le chlorure double de ruthénium et de potassium (ou d'ammonium), qui me paraît d'un usage bien plus commode que l'acide hyperruthénique dont je m'étais servi tout d'abord. Ce sel en effet, en dissolution, imprègne facilement toute la masse du tissu, au lieu de se réduire rapidement à la surface; il s'oxyde ensuite peu à peu au contact de l'eau : les fibres nerveuses se détachent alors en gris sur un fond général jaune; le tissu est en même temps bien préparé pour la dissociation. J'ai pu étudier par ce procédé le névrilemme, les cellules nerveuses qu'on trouve sur le trajet du nerf, et suivre ce dernier jusqu'à son extrémité. On voit les fibres s'isoler peu à peu et se terminer à des distances différentes par des bâtonnets assez volumineux, fortement colorés par le réactif employé, et mêlés aux cellules épithéliales.

» 4° L'*épithélium* présente des cellules muqueuses, des cellules coniques

ciliées, à plateau, comme dans la branchie, et, de plus, des éléments terminés par un assez long bâtonnet grêle. La *membrane basilaire* présente des crêtes, des plis, des épaississements dirigés dans le sens des ramifications nerveuses, mais jamais le double épaississement longitudinal caractéristique des lamelles branchiales.

» 5° Les fibres musculaires sont nombreuses et variées; beaucoup d'entre elles peuvent, par leur contraction, rétrécir le sinus sanguin. Mais leur disposition irrégulière et la présence d'éléments conjonctifs à l'intérieur de ce sinus même ne permettent pas d'assimiler ce dernier à un vaisseau : ce n'est donc qu'une lacune régulièrement endiguée.

» 6° Chez quelques Strombidés et chez les Ptérocères, le nerf est plusieurs fois bifurqué et ramifié en éventail, mais la membrane basilaire s'y applique directement et il n'y a plus trace de sinus. Celui-ci ne se trouve pas non plus dans les lamelles où la ramification du nerf est irrégulière (Buccinidés, Volutidés, etc.).

» *En résumé,* dans les cas étudiés, la fausse branchie représente pour moi un organe sensoriel formé par des replis du manteau refoulés par les formations nerveuses. Dans quelques types élevés, les éléments conjonctifs se disposent de manière à former un appareil respiratoire au moins aussi différencié que les lamelles branchiales elles-mêmes [1]. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Des variations horaires de l'action chlorophyllienne.* Note de M. J. Peyrou, présentée par M. Duchartre.

« L'étude de l'action chlorophyllienne sur des rameaux feuillés tenant à leur pied a toujours présenté de grandes difficultés, et les appareils qui ont été employés jusqu'à ce jour laissent beaucoup à désirer, soit par leur complication, soit parce qu'ils ne permettent d'opérer que sur des rameaux de petites dimensions, etc. L'appareil que j'ai imaginé me paraît offrir de grands avantages : il est simple, facile à manipuler et peut être construit avec des dimensions très variables; en outre, l'isolement de la plante ou

---

[1] Ce travail a été fait au Laboratoire de Malacologie du Muséum; il sera prochainement continué pour les Prosobranches. Qu'il me soit permis de témoigner ici ma reconnaissance à M. Perrier et à M. Dastre, qui ont bien voulu m'aider de leurs conseils, et à M. Debray qui a mis à ma disposition les produits précieux de son laboratoire.

de la partie de plante qu'on étudie est parfait; il ne peut y avoir aucun échange gazeux entre l'atmosphère ambiante et celle de l'intérieur de l'appareil.

» Il se compose essentiellement d'une platine de machine pneumatique en fonte, dressée, divisée en deux moitiés par une section diamétrale et formant ainsi deux demi-cercles. Ces deux demi-cercles sont réunis à l'une des extrémités de la section diamétrale par une charnière; à l'autre extrémité se trouve une vis avec écrou qui permet de réunir les deux parties aussi solidement que si le tout était formé d'un seul morceau. Au centre se trouve une ouverture circulaire, pratiquée dans les deux moitiés de la platine, destinée à recevoir la tige du sujet qui doit servir aux expériences; cette tige est assujettie dans cette ouverture au moyen d'un bouchon de caoutchouc percé d'un trou central et fendu selon une de ses génératrices pour permettre le passage de la tige au centre du bouchon. On graisse avec du suif, si c'est nécessaire, pour que la fermeture soit hermétique. Grâce à l'élasticité du caoutchouc, la tige n'est ni blessée ni gênée par la pression de l'appareil; elle se trouve ainsi dans des conditions physiologiques normales.

» Je place ensuite sur cette platine, au centre de laquelle se trouve engagée la tige de la plante, une cloche en verre tubulée à sa partie supérieure et rodée sur sa circonférence de base; la tubulure supérieure est fermée par un bouchon à deux trous dont l'un reçoit un robinet et l'autre la tige d'un thermomètre pénétrant dans l'appareil. La cloche est hermétiquement fixée sur la platine par de la gutta-percha : c'est, après plusieurs essais, la substance qui m'a le mieux réussi.

» La plante étant ainsi isolée, je fais passer dans l'appareil 50^{lit} d'un mélange connu d'air et d'acide carbonique; les gaz pénètrent dans la cloche par un tube de cuivre muni d'un robinet qui est soudé dans la platine et la traverse; ils sortent par la tubulure supérieure.

» Pour avoir rigoureusement la composition de l'atmosphère qui environne la plante, je fais une prise de gaz, pour l'analyser, immédiatement avant l'exposition à la lumière, puis une deuxième prise à la fin de cette exposition.

» Ces prises de gaz se font au moyen d'un système tout spécial que je crois devoir décrire : il consiste en deux vessies de caoutchouc, dont l'une est placée à l'intérieur de l'appareil et communique au dehors par un tube soudé à la platine, qu'il traverse; l'autre peut se fixer au robinet de la tubulure supérieure et est munie elle-même d'un robinet. Pour faire

une prise de gaz, on fait le vide dans la vessie à robinet, puis on la fixe à la tubulure supérieure de la cloche, et l'on met son intérieur en communication avec celui de l'appareil. On insuffle ensuite la vessie intérieure : l'augmentation de pression dans la cloche fait remplir de gaz la vessie supérieure; on la comprime ensuite pour faire repasser son contenu dans l'appareil, puis on insuffle de nouveau la vessie intérieure; le collecteur se remplit une deuxième fois, et ainsi de suite jusqu'à l'homogénéité complète de toute la masse gazeuse. Enfin, on remplit la vessie supérieure une dernière fois et l'on fait passer son contenu dans une cloche graduée reposant sur le mercure; on absorbe l'acide carbonique par la potasse et l'on dose l'oxygène avec l'eudiomètre. Les analyses que j'ai faites ont porté généralement sur 70^{cc} à 80^{cc} de gaz. Le volume total de l'appareil est de 1600^{cc}.

» C'est avec cet appareil que j'ai étudié les variations de l'action chlorophyllienne, chez les plantes aériennes, à différentes heures de la journée. (Il pourrait servir à bien d'autres déterminations.)

» Mes expériences ont porté sur des pieds d'Hortensia, des rameaux de Lilas et de Fusain; elles ont toutes donné des résultats concordants. Il est à remarquer qu'avec cet appareil je n'ai que la résultante de la respiration et de l'action chlorophyllienne. Je n'ai pu juger de l'activité de cette fonction que par l'augmentation d'oxygène dans l'atmosphère de l'appareil. Par des temps sombres, la proportion d'oxygène diminuait au lieu d'augmenter. J'ai généralement employé comme atmosphères artificielles de l'air mélangé de 9 à 10 pour 100 d'acide carbonique. Lorsqu'il s'agissait d'expériences comparatives pour une même journée, j'avais soin de renouveler chaque fois complètement l'atmosphère de l'appareil, pour opérer toujours dans les mêmes conditions.

» Je tiens à signaler en passant que, quoique généralement le volume d'acide carbonique disparu fût égal à celui de l'oxygène apparu, j'ai pourtant observé quelquefois, lorsque la lumière était très vive et l'action chlorophyllienne très active, surtout le matin, que le volume d'acide carbonique disparu était inférieur à celui de l'oxygène produit : il semble que, dans ces conditions, l'action chlorophyllienne s'exerce sur de l'acide carbonique dissous préalablement dans les feuilles. Mais, là n'étant pas le but de mes recherches, je ne fais que signaler ce que j'ai observé, sans insister davantage.

» En résumé, de toutes mes expériences il résulte que la fonction chlorophyllienne, à différentes heures de la journée, est proportionnelle à l'intensité de la lumière. Pour s'en convaincre, il suffira de parcourir le

Tableau fourni par mes expériences du 10 mai sur un pied d'Hortensia; il est de tous points comparable à ceux que j'ai publiés au sujet des plantes aquatiques. Je pourrais ajouter à ce Tableau les résultats d'un très grand nombre d'autres expériences; mais il me suffira de dire qu'elles sont toutes concordantes.

Tableau représentant la résultante de la respiration et de l'action chlorophyllienne, donnée, après deux heures d'exposition à la lumière, par un pied d'Hortensia du poids de 18gr (feuilles et tige seulement), à différentes heures de la journée.

Heures de la journée. (10 mai).	Proportion d'oxygène pour 100 dans l'appareil à la fin de l'expérience, après absorption de l'acide carbonique.	Volume total d'oxygène produit.	Observations.
De 6h30m à 8h30m.....	20,60	0cc	30 minutes de soleil seulement
De 8.45 à 10.45.....	21,80	14,24	Soleil tout le temps
De 11.00 à 1.00.....	22,68	29,00	Id.
De 1.15 à 3.15.....	22,33	23,00	Id.
De 3.30 à 5.30.....	22,37	25,00	Id.
De 5.45 à 7.45.....	21,20	6,40	20 minutes de soleil

» *Nota.* — Il est bon de remarquer que j'ai toujours opéré dans une atmosphère saturée d'humidité : en effet, à peine la plante est-elle enfermée dans l'appareil que la surface intérieure de la cloche se couvre de buée et, après quatre ou cinq minutes, on voit l'eau ruisseler le long des parois (1). »

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

---

(1) Ce travail a été fait au Muséum, dans le Laboratoire de Physiologie générale dirigé par M. Rouget.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 AOUT 1887.

PRÉSIDENCE DE M. HERVÉ MANGON.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THERMODYNAMIQUE. — *Formule nouvelle pour représenter la tension maxima de la vapeur d'eau;* par M. J. BERTRAND.

« PROBLÈME. — *Quelles sont les propriétés thermiques des corps dont les caloriques spécifiques sont, l'un et l'autre, fonctions de la température?*

» Reprenons les deux équations connues, auxquelles satisfont les caloriques spécifiques d'une substance quelconque :

$$\frac{dk}{dv} = \mathrm{AT}\frac{d^2p}{dt^2},$$

$$\frac{dk'}{dp} = -\mathrm{AT}\frac{d^2v}{dt^2}.$$

v et t étant pris pour variables indépendantes dans la première et p et t dans la seconde.

» Lorsque k et k' sont fonctions de t seulement, les premiers membres sont nuls. $\frac{d^2 p}{dt^2}$ et $\frac{d^2 v}{dt^2}$ le sont donc aussi, et p, considéré comme fonction de t et de v, ainsi que v, considéré comme fonction de p et de t, sont l'un et l'autre des fonctions linéaires de t. L'équation qui lie p, v et t, si on la résout par rapport à t, doit donc être linéaire par rapport à p et par rapport à v; la température absolue T est, par conséquent, de la forme

$$T = \alpha p v + \beta p + \gamma v + \delta,$$

α, β, γ, δ étant des constantes.

» Or, de cette équation on déduit, en faisant usage de la relation bien connue $(k' - k)\frac{dt}{dp}\frac{dt}{dv} = AT$,

$$k' - k = \frac{AT}{(\alpha p + \gamma)(\alpha v + \beta)} = \frac{A(\alpha p v + \beta p + \gamma v + \delta)}{(\alpha p + \gamma)(\alpha v + \beta)}.$$

$k' - k$ doit, d'après les conditions admises, être une fonction de T; cela n'est possible que de deux manières : ou bien $k' - k$ est constant et T est alors le produit de deux facteurs et de la forme

$$T = \alpha(p + \lambda)(v + \lambda');$$

ou bien on a

$$\beta = 0, \qquad \gamma = 0$$

et, par conséquent,

$$T = \alpha p v + \delta$$

ou, ce qui revient au même,

$$p v = R(T + \mu).$$

» Le cas des gaz parfaits correspond à la valeur zéro de la constante μ.

» L'étude expérimentale des vapeurs, qui ne permet pas, dans le voisinage du point de saturation, de traiter les caloriques spécifiques comme constants, n'a pas fait, jusqu'ici, connaître la loi de leur variation. Supposons, à titre d'étude, qu'ils dépendent, suivant une loi quelconque, de la température seulement. La relation qui, dans cette hypothèse, lie la température au volume et à la pression doit, d'après ce qui précède, avoir l'une des deux formes suivantes

$$(1) \qquad T = \alpha(p + \lambda)(v + \lambda'),$$

$$(2) \qquad p v = R(T + \mu),$$

α, λ, λ', R et μ désignant des constantes.

» Lorsque le corps étudié est une vapeur, la relation entre p, v et T doit, lorsque l'on s'éloigne du point de saturation, s'approcher de donner au rapport $\frac{pv}{T}$ une valeur constante, car l'état limite est celui d'un gaz parfait.

» L'équation (2) satisfait à la condition précédente, mais l'équation (1) donne

$$\frac{T}{pv} = \alpha\left(1 + \frac{\lambda}{p}\right)\left(1 + \frac{\lambda'}{v}\right);$$

or la vapeur saturée peut s'éloigner du point de saturation pour des valeurs arbitraires de p et de v. On peut chauffer à volume constant ou accroître le volume à pression constante en élevant la température. Dans les deux cas, la vapeur devra s'approcher de l'état de gaz parfait. La formule (1) est donc inacceptable, et nous devons supposer entre p, v et T la relation (2) équivalente à

$$\frac{pv}{R} - T = \mu,$$

μ étant une constante.

» En cherchant pour la vapeur d'eau la vérification de cette formule, on trouve pour le cas de la vapeur saturée, le seul où les chiffres soient bien connus, une valeur à peu près constante pour le rapport

$$\frac{pv}{T + 127};$$

le Tableau suivant montre avec quel degré d'approximation :

VAPEUR D'EAU SATURÉE.

Valeur du rapport $\frac{pv}{T + 127}$.

T.	Valeurs.	T.	Valeurs.
273.......	2,4225	383.......	2,5098
283.......	2,4256	393.......	2,5099
293.......	2,4314	403.......	2,5083
303.......	2,4407	413.......	2,5047
313.......	2,4513	423.......	2,4997
323.......	2,4628	433.......	2,4928
333.......	2,4753	443.......	2,4840
343.......	2,4865	453.......	2,4734
353.......	2,4963	463.......	2,4615
363.......	2,5030	473.......	2,4488
373.......	2,5074		

Moyenne.................... 2,4760

» L'équation

$$\frac{pv}{T+127} = 2,47, \tag{4}$$

acceptée comme un fait, conduit à une expression remarquable de la tension de la vapeur d'eau saturée, en fonction de la température.

On a, pour une vapeur quelconque,

$$r = AT\frac{dp}{dt}(\sigma - s); \tag{5}$$

r, chaleur d'évaporation, est, pour la vapeur d'eau, représentée très exactement par la formule

$$r = 800 - 0,705T. \tag{6}$$

» En négligeant s, volume de 1^{kg} de liquide, égal, par conséquent, à 0,001, et remarquant que σ, volume de 1^{kg} de vapeur, représente précisément le volume v, les équations (4), (5), (6) donnent, par l'élimination de r et de v,

$$\frac{\frac{dp}{dt}}{p} = \frac{800 - 0,705T}{AT(T+127)2,47}. \tag{7}$$

» L'unité de pression, dans l'équation (5), est la pression, en kilogrammes, sur 1^{mq}; elle est, dans l'équation (7), la pression de 1^{mm} de mercure. Il faut donc multiplier le second membre de (7) par $\frac{760}{10333}$. En faisant cette multiplication et décomposant le second membre en deux fractions simples, on trouve

$$\frac{\frac{dp}{dt}}{p} = \frac{79,714}{T} - \frac{88,635}{T+127}$$

et, par l'intégration,

$$p = G\frac{T^{79,714}}{(T+127)^{88,635}}. \tag{8}$$

G se déterminera par un cas particulier, en exprimant, par exemple, que, pour $T = 373$, on a

$$p = 760.$$

» La formule, comparée aux Tables, donne des résultats remarquablement exacts, qui deviennent plus satisfaisants encore si l'on remplace 127 par 126,37 et les exposants par 79,628 et 88,578; c'est le seul changement que je me sois permis aux nombres directement calculés.

» La formule obtenue sans aucune interpolation est donc

$$p = G \frac{T^{79,623}}{(T + 126,37)^{88,578}}, \tag{9}$$

en prenant

$$\log G = 34,21083.$$

» Le Tableau suivant montre l'accord des nombres donnés par cette formule avec les Tables de Regnault :

VAPEUR D'EAU.

Valeurs de p déduites de la formule

$$p = G \frac{T^{79,623}}{(T + 126,37)^{88,578}}, \qquad \log G = 34,21083.$$

T.	Pressions d'après Regnault.	Pressions d'après la formule.	T.	Pressions d'après Regnault.	Pressions d'après la formule.
243.....	0,39	0,45	383.....	1075,37	1078,44
248.....	0,60	0,70	388.....	1269,41	1275,28
253.....	0,93	1,06	393.....	1491,28	1501,76
258.....	1,40	1,59	398.....	1743,88	1757,88
263.....	2,09	2,33	403.....	2030,28	2049,72
268.....	3,11	3,38	408.....	2353,70	2379,56
273.....	4,60	4,86	413.....	2717,60	2750,44
278.....	6,53	6,80	418.....	3125,60	3166,92
283.....	9,16	9,42	423.....	3581,20	3631,28
288.....	12,70	13,00	428.....	4088,56	4148,84
293.....	17,39	17,70	433.....	4651,62	4722,64
298.....	23,55	23,86	438.....	5274,54	5356,48
303.....	31,55	31,76	443.....	5961,70	6054,92
308.....	41,83	42,02	448.....	6717,43	6821,76
313.....	54,91	54,94	453.....	7546,40	7660,80
318.....	71,39	71,21	458.....	8453,23	8577,36
323.....	91,98	91,58	463.....	9442,70	9573,72
328.....	117,48	116,81	468.....	10519,63	10655,20
333.....	148,79	147,82	473.....	11689,00	11824,84
338.....	186,95	185,59	478.....	12955	13087,20
343.....	233,09	231,49	483.....	14324,80	14440,76
348.....	288,52	286,67	488.....	15801	15906,80
353.....	354,64	352,71	493.....	17390,48	17434,40
358.....	433,04	431,07	498.....	19097	19140,60
363.....	525,45	523,79	503.....	20926,40	20921,28
368.....	633,78	632,70	523.....		29210,60
373.....	760,00	760,00	573.....		58818,68
378.....	906,41	907,44			

» La formule (9) est fort remarquable par l'immensité des nombres dont le rapport donne la pression. On peut la comparer à une balance dans laquelle, pour peser quelques milligrammes, on mettrait en opposition des poids supérieurs à des milliards de milliards de tonnes; on pourrait dire même, sans exagérer la comparaison, des poids supérieurs à celui d'une sphère de platine ayant pour rayon la distance du Soleil à la Terre. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les tornados aux États-Unis.* Note de M. **H. Faye.**

« Ce fléau, si rare heureusement chez nous, devient de plus en plus inquiétant aux États-Unis, à mesure que ce beau et grand pays se peuple et s'enrichit. Ailleurs les météorologistes peuvent aborder indifféremment toutes sortes de sujets : aux États-Unis, il faut avant tout qu'ils s'occupent des tornados. Un excellent petit Livre que M. Finley, lieutenant au *Signal Corps U. S. Army,* vient de publier sous une forme populaire, et qu'il a bien voulu me faire parvenir ces jours-ci, a pour but de répondre à cette préoccupation générale. Je commencerai par en donner une courte analyse.

» Nous y trouvons d'abord une Carte représentant la distribution géographique de 1864 tornados enregistrés dans un laps de 125 ans à partir de 1760 (¹).

» Puis viennent des dessins et des photographies instantanées de tornados pris à diverses phases. Ici le tornado descend jusqu'au sol et soulève autour de son pied, extérieurement, un vaste buisson de poussières et de débris; là, il se tient en l'air, terminé inférieurement en pointe et sans exercer la moindre action sur le sol; ailleurs on voit en même temps le tornado et le nuage de grêle, d'averse ou d'orage qui le suit ou le précède. L'auteur donne ensuite une autre série de photographies de maisons en ruines, de ponts en fer culbutés et brisés, de wagons lancés hors la voie. Leur aspect m'a rappelé les effets d'un bombardement ou ceux du tremblement de terre d'Ischia que j'ai visitée peu de jours après la catastrophe (²).

(¹) Si ces phénomènes avaient été suivis pendant toute cette période avec le même soin qu'aujourd'hui, au lieu de 1864, on en aurait compté 25000, à raison de 200 environ par année.

(²) Mais ces photographies sont loin d'être aussi instructives que les simples plans d'un Rapport adressé par le *Chief signal Officer* au Ministre de la Guerre, 1881,

» On y trouvera la Carte synoptique des nombreux tornados du 19 février 1884, que j'ai reproduite dans une récente brochure intitulée : *Sur les tempêtes, théories et discussions nouvelles* (Gauthier-Villars), 1887, et des Tableaux statistiques du plus haut intérêt.

» Enfin M. Finley donne de nombreux dessins (plan, coupe et élévation) des espèces de casemates souterraines que les habitants des États-Unis commencent à construire près de leurs maisons pour s'y réfugier à la moindre alarme. Voici à peu près comment le savant auteur s'exprime à ce sujet :

» Aussi sûr que la nuit doit succéder au jour, aussi certaine est l'apparition des tornados dans des circonstances données. Tant que le Soleil brillera sur les vastes contrées du Missouri et du Mississipi, il pourra s'y produire les conditions atmosphériques qui déterminent et appellent ces phénomènes, et nous aurons à y veiller, à nous protéger contre la furie des éléments. Des milliers de personnes se tranquillisent parce que, ayant échappé jusqu'ici au danger, elles croient n'avoir rien à craindre à l'avenir. C'est une illusion fatale. Autrefois, ces violents météores ne laissaient pas de traces sur nos prairies sans arbres et sans habitants; mais aujourd'hui que les villes, les villages et les fermes s'élèvent de tous côtés, il faudrait qu'un tornado suivît une route bien tortueuse pour qu'il n'en rencontrât pas un bon nombre sur sa trajectoire.

» Si, de prime abord, cet état de choses est de nature à jeter du découragement dans les esprits, un peu de réflexion suffit pour faire comprendre qu'avec des efforts soutenus il est possible de compenser les pertes de propriétés par des assurances, et de prendre des mesures pour protéger les personnes.

» Nous parlons de compenser la perte des propriétés et non de les protéger. Que tenter, en effet, pour diminuer les désastres matériels? Il est tout aussi impossible d'arrêter un tornado dans sa marche que d'en prévenir la formation, et il n'y a pas d'édifice capable de résister à sa violence.

» Telle est la triste vérité. Au lieu donc de songer à organiser de ce côté une résistance impossible, il vaut mieux tout préparer pour sauver au moins les vies humaines. C'est ce qu'on a fait déjà, c'est ce qu'il faut faire sur la plus grande échelle en construisant près de chaque habitation une galerie souterraine (*dug-out*), une véritable casemate pour servir de refuge, et *en organisant dans chaque ville, dans chaque village un service d'avertissements tout à fait locaux*.

» Si vous n'avez ni *tornado-cave*, ni *dug-out*, et que vous soyez surpris dans votre maison, placez-vous dans l'étage le plus bas en vous adossant à la muraille de l'*ouest*. Dans cette position, si la maison est enlevée de ses fondations, elle sera du moins transportée par-dessus votre corps, et si elle tombe en pièces, ses débris seront pro-

---

Washington (*Paper* n° 49), plans que j'ai en grande partie reproduits dans ma Notice *Sur les treize tornados des* 29 *et* 30 *mai* 1879 dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1886.

jetés tout d'abord à l'est [1]. En aucun cas, que la maison ait un cellier ou de simples chambres basses, *ne vous mettez jamais dans une pièce située au nord-est ou dans une encoignure au nord-est, ni contre un mur de l'est. Souvenez-vous que le tornado marche toujours dans la direction du nord-est.* Je pourrais vous citer de nombreux exemples de personnes qui ont été tuées ou terriblement estropiées pour avoir ignoré cette règle. Beaucoup de ceux qui ont été victimes des tornados se seraient sauvés si cette simple règle avait été comprise et soigneusement observée.

» Mais, si vous pouvez sortir et vous éloigner de cette maison que le tornado va jeter bas presque en un clin d'œil ou faire chasser sur ses fondations, n'hésitez pas. Êtes-vous menacé de trop près, jetez-vous à plat ventre sur le sol et croisez vos bras sur votre tête pour la protéger....

» On comprend, par ces terribles conseils, quelle sécurité doivent procurer les *tornado-cave*, les *dug-out* ou galeries souterraines dont il a été question plus haut. Pour en provoquer la construction, une importante Compagnie d'assurances de l'État de l'Iowa a fait appel aux architectes et proposé un prix. M. Finley publie en entier le travail de M. John R. Church à qui le prix a été décerné (137 concurrents). Je vais tâcher d'en donner une idée en dessinant un de ces refuges sur le tableau....

» Une bonne partie de ce petit Livre a pour but d'extirper une idée ancrée dans la tête de beaucoup de personnes aux États-Unis, à savoir que les tornados sont un phénomène électrique. Il faut dire que cette opinion n'est pas toujours désintéressée. Nous en avions vu un exemple en France à l'occasion du célèbre tornado de Monville-Malaunay, près de Rouen. Les propriétaires de maisons et d'usines dans cette riche et industrieuse vallée étaient assurés contre l'incendie et le feu du ciel. Ils ne manquèrent pas d'actionner leurs Compagnies en soutenant que le phénomène dont ils avaient été si cruellement victimes était dû à l'électricité. Les Compagnies, ignorant d'ailleurs ce que c'était qu'un tornado, plaidèrent qu'il n'y avait là qu'un vent extraordinaire et d'une grande violence. La même chose s'est présentée, il y a peu d'années, en Amérique. Dans ces deux pays les tribunaux ont donné gain de cause aux Compagnies.

» On voit, par tous ces détails, combien il importe d'avoir la véritable théorie de ces phénomènes.

---

[1] Ces recommandations sont justes : les débris seront projetés principalement au nord-est si la maison se trouve dans le demi-cercle dangereux; mais, si elle se trouve dans l'autre demi-cercle, les débris seront projetés, avec moins de violence il est vrai, au sud-ouest. (*Voir* ma *Notice,* citée ci-dessus, dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1886, pages 784 et suivantes.) H. F.

» M. Finley émet dans son Livre le vœu qu'une connaissance pratique des tornados et de leurs effets soit enseignée dans toutes les écoles de l'Union. Rien de mieux, mais, et voici le principal objet de cette Note, un pareil enseignement ne saurait laisser absolument de côté l'explication théorique. Il faut au moins que l'instituteur soit en état de répondre aux plus simples questions que ses élèves ne manqueront pas de lui adresser. Or, qu'est-ce que la Science actuelle peut enseigner à ce sujet? Le voici (p. 153 et suiv. du Livre de M. Finley) :

» Un tornado apparaît comme un nuage ayant la forme d'un entonnoir la pointe en bas.

» Cette forme en entonnoir est due au mouvement ascendant d'une colonne d'air. Si l'extrémité supérieure est beaucoup plus large que l'inférieure, c'est que l'air ascendant se dilate en pénétrant dans les couches supérieures de l'atmosphère et que son mouvement giratoire y éprouve une résistance moindre.

» Si cette colonne ascendante a l'aspect d'un nuage, cela tient au froid que l'air éprouve en montant et en se dilatant dans les couches supérieures et, par suite, à la condensation de son humidité.

» La puissance mécanique d'un tornado et l'action par laquelle il enlève des objets et les transporte à de grandes distances proviennent de l'ascension de l'air dans la colonne nuageuse, cette ascension étant, d'ailleurs, déterminée par les conditions de température où se trouvent les couches d'air qui reposent sur les contrées voisines.

» La violente ascension d'une mince colonne d'air engendre un mouvement tourbillonnaire autour de l'axe de cette colonne. A l'intérieur, la pression opposée à toute résistance surpasse souvent une atmosphère. Grâce aux forces centrifuges puissantes développées par cette giration, la partie centrale du tourbillon doit être dans une condition voisine d'un vide parfait ([1]). Les objets sont entraînés vers l'intérieur et en haut par l'action centripète du tourbillon et rejetés extérieurement par la force centrifuge.

» L'énergie d'un tornado reste comprise dans de très étroites limites que l'œil distingue parfaitement par ses contours, même dans l'atmosphère.

» Le mouvement tourbillonnaire d'un tornado est dû, soit à l'ascension d'une masse d'air surchauffée se trouvant à l'état d'équilibre instable, soit à la rencontre de deux courants horizontaux et opposés présentant de forts gradients de température, soit enfin à la combinaison de ces deux conditions météorologiques.

» Deux courants d'air, l'un du sud (le plus rapide), l'autre du nord, ne se heurteront pas directement, à cause de la rotation terrestre ; ils formeront un angle à leur intersection et engendreront ainsi une rotation de droite à gauche. Ainsi s'expliquent à la fois la marche en spirale des courants qui convergent vers le pied du tornado, et

---

([1]) De là le préjugé si répandu que les tornados pompent l'eau des rivières et font éclater les maisons bien closes comme le *crève-vessie* placé sous la cloche d'une machine pneumatique. H. F.

le sens de sa giration. L'air froid venant du nord passera par-dessous l'air chaud venant du sud, et contribuera ainsi à entretenir le tourbillonnement. D'ailleurs, le tornado ainsi formé ne pourrait rester stationnaire : il doit, d'après les lois de la Dynamique, marcher dans le sens de la résultante des forces qui ont provoqué sa formation.

» Quand le tornado quitte le sol et remonte vers les nues, sa force destructive diminue, mais n'est pas entièrement suspendue. Les courants d'air qui se précipitent vers lui sont encore capables de renverser des barrières, des arbres, de petits édifices, et d'enlever de petits objets dans les airs (¹).

» Lorsqu'au contraire le tornado nous semble descendre jusqu'au sol, il ne descend pas en réalité; mais les courants d'air qui s'élèvent de la surface du sol emportent avec eux de la poussière et de menus débris : ceux-ci, mêlés avec la vapeur d'eau condensée par suite d'une ascension rapide, achèvent simplement de rendre visible la connexion déjà existante de l'entonnoir supérieur avec le sol.

» Pour moi, je pense que les tornados sont, non pas ascendants, mais descendants; ils n'exercent en bas aucune aspiration; leur double mouvement de giration et de translation n'est pas dû aux causes assignées par les météorologistes. Il serait bien malheureux qu'on enseignât, dans les écoles des États-Unis, une théorie aussi complètement opposée aux lois de la Mécanique. Voici celle que je propose de lui substituer :

» Les tornados sont des tourbillons à axe vertical, nés dans des courants médiocrement élevés de l'atmosphère aux dépens des inégalités de vitesse de ces courants, absolument comme les tourbillons en entonnoir qui se forment fréquemment dans les cours d'eau et qui vont, en descendant, affouiller le lit de nos rivières.

» Comme ces derniers, les tourbillons aériens sont descendants. Si leur giration est assez énergique, ils pénètrent comme un tire-bouchon dans les couches d'air sous-jacentes, même quand celles-ci sont à l'état de calme parfait, jusqu'à ce qu'ils rencontrent l'obstacle du sol.

» Ils se rétrécissent de plus en plus en descendant, à cause de la pression croissante des couches inférieures. Ils transportent intégralement en bas et concentrent sur une aire très étroite la force vive qu'ils ont emmagasinée en haut dans leur vaste embouchure.

» Leur mouvement de progression est dû aux courants supérieurs où ils ont pris naissance; ils en ont la vitesse moyenne et la direction. Ils

---

(¹) Cependant, dans le Rapport cité plus haut, M. Finley fait la déclaration suivante à propos d'un tornado qui s'est maintenu quelque temps en l'air sans toucher terre : « Dans toute cette partie de sa course, il n'a commis aucun dégât; l'examen attentif » des lieux n'a pas révélé *the slightest evidence of its destructive energy.* » H. F.

voyagent ainsi à grande vitesse, même quand les couches inférieures sont à l'état de calme parfait. Les vents régnant en bas n'ont d'autre effet que d'écarter légèrement de la verticale l'extrémité inférieure du tourbillon, et d'imprimer à cette extrémité une certaine oscillation par rapport à sa trajectoire normale.

» L'inclinaison des tornados est due à ce que la vitesse de leur descente n'est pas très considérable par rapport à leur vitesse de translation. Malgré cette inclinaison, les spires se propagent vers le bas en restant horizontales ou plutôt peu inclinées sur l'horizon.

» Les ravages des tornados sont dus au choc violent de ces spires descendantes contre les obstacles du sol. Le travail énorme de destruction ainsi exécuté n'influe en rien sur la marche et l'activité du tornado, parce que sa force vive a sa source en haut et non en bas. Au sortir d'une forêt où le tornado s'est taillé une large allée, il a la même puissance pour renverser les maisons du village suivant, et se meut avec la même vitesse qu'au-dessus d'une prairie.

» Le vent de ces spires circulaires, légèrement inclinées sur le sol, qui descendent en se renouvelant continuellement, soulève et chasse en tous sens les objets légers. Les feuilles, les pailles, le sable, la boue, projetés *tout autour* du tourbillon, forment à son pied une sorte de buisson qui s'élève extérieurement à une certaine hauteur, ainsi qu'on le voit dans les photographies des tornados terrestres. Sur les mers ou les rivières, c'est la poussière d'eau, projetée par la violence du tourbillon, qui forme *autour* de son pied un buisson analogue qu'on retrouve dans tous les dessins des marins. Les tornados n'exercent aucune aspiration ni succion : c'est un pur préjugé que de croire qu'ils pompent l'eau des étangs ou des rivières jusqu'aux nues.

» Si l'énergie de la rotation supérieure (dans l'embouchure) vient à diminuer par suite de quelque variation dans les vitesses des filets du courant supérieur, le mouvement de descente des spires s'arrête avant d'atteindre le sol, et l'on voit le tornado se mouvoir en l'air, en pendant des nues comme une trompe d'éléphant, sans exercer au-dessous de lui aucun ravage. Il descend si cette giration supérieure se renforce; si elle vient à s'épuiser, le tornado remonte peu à peu vers le nuage qui en masque l'embouchure.

» L'air descendant venant des nuages est chargé de particules d'eau froide; il peut arriver en bas avec une température inférieure, malgré la compression, à celle de l'air ambiant. Dans ce cas, il conserve jusqu'en

bas sa nébulosité et l'aspect d'un nuage opaque. Mais, si parfois le courant supérieur ne charrie pas de nuages, l'air amené en bas dans le tornado s'échauffe par la compression qu'il subit, et ne devient un peu visible que par les poussières qu'il soulève et dont il s'empare.

» Les cyclones sont des tornados bien plus vastes nés dans des courants bien plus élevés (véritables contre-alizés) qui charrient non des particules aqueuses, mais des aiguilles de glace (cirrus). C'est à ces aiguilles de glace que se rattachent les phénomènes électriques, les grêles et les averses qui accompagnent les cyclones et entre lesquelles, plus bas, apparaissent les tornados. La durée des cyclones est très grande. Pendant des semaines entières ils traversent des chaînes de montagnes, le vaste continent des États-Unis et l'océan Atlantique, pour aller frapper les côtes européennes sans qu'on les voie jamais aller d'Europe en Amérique ([1]), tandis que les tornados ne durent que quelques heures et ne peuvent franchir que des collines ou des vallées. Mais, outre l'identité mécanique, il existe une connexion étroite, une subordination frappante de ces deux phénomènes. Les tornados se forment généralement, comme les orages, les averses, les nuages à grêle, sur le flanc droit (demi-cercle dangereux) des cyclones, dans des courants de médiocre hauteur déterminés indirectement près des bords de ces mêmes cyclones. Ils marchent dans le même sens, et leurs courtes trajectoires sont sensiblement parallèles à l'élément correspondant de la trajectoire centrale du cyclone générateur, laquelle, aux États-Unis, va à peu près vers le nord-est. Ainsi les tornados ne sont à craindre que lorsqu'un cyclone, accusé le plus souvent par une simple dépression barométrique, vient à passer au-dessus du vaste territoire de l'Union, et les seuls États menacés sont ceux qui se trouvent au sud de la trajectoire centrale.

» Les orages à grêle ou à averses sont dus à des tourbillons partiels, à cirrus, bien plus élevés que les tornados, et formés ordinairement sur le flanc droit d'un cyclone. Ils s'arrêtent, dans leur descente, au sein des couches inférieures très chargées d'humidité (à 1500^{m} ou 2000^{m} d'altitude), parce qu'ils y épuisent leur force à mouvoir de grandes quantités de glace ou d'eau congelées ou condensées par l'afflux des cirrus entraînés par eux.

([1]) Cette vaste trajectoire, qui dessine sur le sol la projection du fleuve aérien supérieur où le cyclone prend naissance, est, sur la sphère, une sorte de parabole dont la convexité est tournée vers l'ouest. De là résulte le sens de la giration de droite à gauche sur notre hémisphère, de gauche à droite sur l'hémisphère austral.

Ils y déterminent, par leur côté droit, des courants parasites chargés, non de cirrus, mais d'épaisses nuées; c'est dans ces courants passagers que se forment les tornados.

» Ainsi, les conditions pour qu'un pays soit particulièrement exposé à ces derniers phénomènes, c'est :

» 1° Que les cyclones générateurs ne soient pas trop éloignés de leur origine intertropicale, et qu'ils soient encore abondamment fournis de cirrus;

» 2° Qu'ils voyagent au-dessus d'une vaste couche basse de 2000^m à 3000^m d'épaisseur d'air fortement chargé de l'humidité que les vents du sud ont amenée préalablement en passant sur la mer;

» 3° Que la contrée ne soit coupée que par des chaînes de collines ou des *divides* de médiocre hauteur.

» Aucun pays de la Terre ne réunit ces conditions aussi complètement que les États-Unis. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui doivent être présentés à M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie, pour la chaire de Chimie agricole et d'Analyse chimique, au Conservatoire des Arts et Métiers, laissée vacante par le décès de M. *Boussingault*.

Au premier tour de scrutin, destiné au choix du premier candidat, le nombre des votants étant 15,

M. Schlœsing obtient. . . . . 15 suffrages.

Au second tour de scrutin, destiné au choix du second candidat, le nombre des votants étant encore 15,

M. Müntz obtient. . . . . 15 suffrages.

En conséquence, la liste adressée à M. le Ministre comprendra :

En première ligne. . . . . M. **Schlœsing**;
En seconde ligne. . . . . M. **Müntz**.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une Commission de cinq Membres, qui sera chargée de proposer une question pour le Concours du prix Pourat.

MM. Charcot, Bouchard, Marey, Larrey, Richet réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont : MM. Sappey, Brown-Séquard.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Beau de Rochas** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire portant pour titre : « Conversion de l'énergie potentielle de fluides élastiques à haute pression, en travail direct de translation ».

(Commissaires : MM. Fizeau, Cornu, Sarrau.)

M. E. **Schell** adresse une Note relative à la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. A. **Ducat** adresse une nouvelle Note intitulée : « Étude sur le sucre et l'alcool de topinambour ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. E. **Genglaire** adresse, de Toulon, une série de Notes, relatives à diverses applications possibles de l'électricité.

(Renvoi à l'examen de M. Mascart.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Barnard* (12 *mai* 1887), *faites à l'équatorial de* $0^m,38$ *de l'observatoire de Bordeaux par MM.* G. Rayet *et* Flamme (*suite*). Note de M. G. RAYET, présentée par M. E. Mouchez.

COMÈTE BARNARD.

Dates. 1887.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Étoiles de compar.	Observ.
	h m s	h m s		° ′ ″			
Juin 28...	11.52.10,4	16.47. 4,68	$\bar{1}$,218	88.26. 4,9	—0,788	*a*	F.
29...	11.16.39,7	16.49.16,09	$\bar{1}$,035	87.57.18,5	—0,779	*b*	G. R.
30...	10.13.55,8	16.51.24,54	—$\bar{2}$,054	87.30.10,3	—0,781	*c*	G. R.
Juill. 1...	13.28.55,0	16.53.55,84	$\bar{1}$,501	86.59.14,1	—0,780	*d*	F.
2...	11. 7.16,3	16.55.56,37	$\bar{2}$,904	86.35.33,9	—0,769	*e*	G. R.
6...	10.27. 6,0	17. 4.46,38	$\bar{2}$,568	85. 2.49,0	—0,755	*f*	G. R.
7...	10. 3.42,5	17. 5.49,56	0,000	84.43.24,7	—0,751	*g*	G. R.
11...	10.12.56,5	17.15.28,09	$\bar{2}$,450	83.31.52,7	—0,741	*h*	G. R.
12...	12.16.50,5	17.17.47,50	$\bar{1}$,391	83.15.13,1	—0,749	*i*	F.
13...	10. 8.25,0	17.19.42,10	$\bar{2}$,388	83. 2. 0,8	—0,736	*j*	G. R.
19...	10.44.28,2	17.33.44,05	$\bar{1}$,049	81.54.45,2	—0,726	*k*	G. R.
22...	11.33. 9,7	17.38.29,27	$\bar{1}$,315	81.32.25,1	—0,731	*l*	F.
23...	10.15.28,8	17.40.24,47	$\bar{2}$,846	81.26.15,5	—0,730	*m*	G. R.
24...	10. 6.55,9	17.42.25,09	$\bar{2}$,796	81.21.13,6	—0,720	*n*	G. R.
27...	11.38.12,6	17.48.32,57	$\bar{1}$,352	81. 9.10,4	—0,728	*o*	F.
29...	10.59.20,3	17.52.27,67	$\bar{1}$,239	81. 4.46,9	—0,723	*p*	F.
Août 6...	10.25.55,8	18. 7. 1,29	$\bar{1}$,160	81. 4.25,6	—0,721	*q*	F.
8...	10.17.41,2	18.11.50,01	$\bar{1}$,143	81. 8.42,4	—0,720	*r*	F.
10...	10.23.32,6	18.15.38,75	$\bar{1}$,187	81.14.15,5	—0,722	*s*	F.

Position moyenne des étoiles de comparaison pour 1887,0.

Étoiles.	Autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
a.	Schjellerup, n° 6029........	16.50.22,07	+2,09	88.23.49,9	— 6,91
b.	» n° 5972........	16.44. 3,13	+2,07	87.53.19,6	— 6,77
c.	Weisse I, H. XVI, n° 987...	16.54. 5,60	+2,09	87.28.55,3	— 7,36
d.	Schjellerup, n° 6081........	16.58.57,39	+2,10	87. 4.32,8	— 7,71
e.	Weisse I, H. XVI, n° 944...	16.51.30,72	+2,07	86.39.27,3	— 7,66
f.	» I, H. XVII, n° 80....	17. 7. 2,80	+2,10	84.57.17,5	— 8,85

Étoiles.	Autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
g.	Weisse, I, H. XVII, n° 151..	17.10.54,77	+2,11	84.44.48,2	− 9,11
h.	Armagh (2e Cat.), n° 2054...	17.19.44,45	+2,12	83.28. 5,3	−10,06
i.	Weisse I, H. XVII, n° 219...	17.14.19,46	+2,11	83.20. 1,0	−10,08
j.	» » n° 239....	17.15.20,84	+2,11	83.11.36,7	−10,24
k.	Lalande, n° 33996..........	17.29.53,94	+2,12	81.48.49,9	−11,62
l.	Bonn VI, n° 3468 (2 obs.)...	17.35.11,89	+2,12	81.27.50,8	−12,18
m.	Argelander + 8°, n° 3492...	17.42. 8,22	+2,14	81.24.16,1	−12,47
n.	Schjellerup, n° 6418........	17.45.39,26	+2,15	81.26.19,2	−12,68
o.	Lalande, n° 32803..........	17.49.58,27	+2,15	81. 4.43,6	−13,22
p.	» »	17.49.58,27	+2,14	81. 4.43,6	−13,46
q.	Weisse I, H. XVIII, n° 160..	18. 8.29,90	+2,15	81. 3.15,9	−14,81
r.	» » n° 145..	18. 8.55,42	+2,14	81. 8.51,6	−15,02
s.	» » n° 346..	18.17.17,13	+2,15	81.16.14,6	−15,41

GÉODÉSIE. — *Détermination de la longitude d'Haïphong (Tonkin) par le télégraphe.* Note de M. **F. La Porte**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« La longitude d'Haïphong a été déterminée, pour la première fois, en 1874, par MM. Héraud et Bouillet, ingénieurs hydrographes, qui l'ont déduite de celle de Saïgon par le transport du temps.

» Au commencement de cette année, j'ai entrepris de relier le méridien d'Haïphong à celui de Hong-Kong au moyen du câble sous-marin qui relie ces deux villes. M. Doberck, directeur de l'observatoire de Hong-Kong, a bien voulu s'associer à moi pour ce travail, qu'il a suivi avec le plus vif intérêt.

» J'avais établi à Haïphong un petit observatoire destiné à donner l'heure à la rade ; cet observatoire se composait essentiellement d'une lunette méridienne abritée par une cabane en bambou. Le pilier de la lunette était construit depuis plus d'un an quand j'ai entrepris ce travail et offrait alors toutes les garanties voulues de stabilité. L'instrument dont je me suis servi pour déterminer l'heure est un petit cercle méridien portatif de Brunner, ayant $0^m,62$ de distance focale, muni de 6 fils et d'un micromètre à fil mobile.

» A Hong-Kong, les observations ont été faites par M. Doberck et par son collaborateur M. Figg, au moyen du cercle méridien et de la pendule astronomique de l'observatoire.

» Voici quelle fut, sur la proposition de M. Doberck, la marche adoptée pour l'échange de signaux. A une heure déterminée, la station de Hong-Kong faisait un certain nombre de tops précipités pour appeler l'attention d'Haïphong et, une demi-minute après, elle envoyait huit signaux brefs espacés de dix en dix secondes. La station d'Haïphong opérait ensuite de la même manière. Chaque station recevait et envoyait ainsi plusieurs séries composées chacune de huit ou neuf signaux, en moyenne quarante ou cinquante signaux par soirée.

» Les signaux étaient obtenus en abaissant vivement un contact. L'observateur suivait à l'oreille, en les comptant, les battements du chronomètre placé à côté de lui, la main toujours placée sur le manipulateur, et arrivait très vite, avec un peu d'habitude, à faire concorder exactement l'envoi du signal avec le battement du chronomètre ; l'erreur provenant de ce fait était certainement inférieure à $\frac{1}{2}$ dixième de seconde. Les signaux ont été enregistrés d'une façon différente aux deux stations. A Hong-Kong, M. Doberck a conservé le récepteur ordinaire, le siphon Thomson consistant, comme on sait, en un petit tube coudé très mobile laissant tomber un mince filet d'encre sur une bande qui se déroule d'un mouvement uniforme. M. Doberck et M. Figg, munis chacun d'un compteur, notaient séparément le moment précis où commençait la déviation du trait correspondant à l'envoi du signal. Je n'ai pas trouvé ce procédé assez précis, et je me suis servi à Haïphong, comme récepteur, du galvanomètre à miroir Thomson : au moyen de cet appareil, les déviations correspondant à l'envoi des signaux sont beaucoup plus sensibles; il est très facile de régler l'éclairage et l'écartement de la règle, de manière à obtenir un pinceau lumineux très net, et j'arrivais facilement, en suivant les battements du chronomètre, à noter, à $\frac{1}{10}$ de seconde près, l'instant précis où commençait la déviation de ce pinceau.

» Il eût sans doute été préférable que le même mode de réception eût été employé aux deux stations; mais je pense que le désavantage provenant de l'emploi du siphon à Hong-Kong a été compensé par ce fait, que les signaux ont été reçus à la fois par les deux observateurs sur deux chronomètres différents.

» Les signaux ont été ainsi échangés pendant trois soirées, les 5, 6 et 7 avril 1887. Les observations d'étoiles ont été faites chaque soir aux deux stations. A Haïphong, je me suis servi du compteur sidéral, utilisé déjà pour l'échange des signaux ; avant de le porter au bureau du télégraphe, très rapproché de mon observatoire, je le comparais, par la méthode des

coïncidences, à un chronomètre temps moyen, dont la marche était bien régulière et que je laissais à l'observatoire. Je prenais une nouvelle comparaison au retour pour m'assurer qu'il n'y avait pas eu de saut. Des comparaisons, prises au commencement et à la fin des observations d'étoiles, servaient à calculer l'état et la marche du chronomètre étalon.

» Des procédés semblables étaient employés à Hong-Kong.

» De ces observations et de ces comparaisons, on a déduit dans chaque station l'état du chronomètre servant à l'échange des signaux au moment de l'heure moyenne de chaque série.

» Voici les différences obtenues :

	5 avril.	6 avril.	7 avril.
	m s	m s	m s
De Hong-Kong à Haïphong....	29.57,61	29.57,48	29.57,38
	62	50	57
	72		52
	56		51
De Haïphong à Hong-Kong....	29.58,47	29.57,98	29.57,99
	25	90	58,13
	26		
	24		

» Les différences entre les séries échangées dans un sens ou dans l'autre représentent évidemment le double du retard dû à l'induction dans le câble et à l'inertie des appareils; les différences sont à très peu près constantes; en prenant les moyennes par soirées, on trouve, pour ce retard, les trois valeurs $0^s,31$, $0^s,21$ et $0^s,28$. En corrigeant chaque série du retard correspondant et en prenant les moyennes par séries, nous obtenons les trois valeurs suivantes : $29^m 57^s,97$, $29^m 57^s,71$, $29^m 57^s,79$, dont la moyenne est $29^m 57^s,82$.

» Après discussion, en tenant compte du poids des observations, nous avons adopté, pour la différence de longitude de deux observatoires, la valeur $29^m 57^s,80$.

» D'après M. Doberck, la longitude de l'observatoire de Hong-Kong, déduite de celle de la cathédrale déterminée en 1881, est de $7^h 27^m 20^s,43$ à l'est de Paris; la longitude de l'observatoire d'Haïphong est donc de $6^h 57^m 22^s,63$.

» Les observations chronométriques de M. Héraud donnent, pour ce même point, $6^h 57^m 19^s,8$. »

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Généralisation du problème résolu par M.* J. Bertrand. Note de M. **Émile Barbier.**

« M. Bertrand a trouvé que, si deux candidats A et B ont obtenu m et n voix dans un scrutin de ballottage, $\frac{m-n}{m+n}$ est la probabilité que, pendant le dépouillement du scrutin, le nombre des voix de A ne cessera pas une seule fois de surpasser celles de son concurrent.

» Si le nombre des votants est 60 partagé en $45+15$, $\frac{45-15}{60}=\frac{1}{2}$ est la probabilité que le candidat favorisé de 45 suffrages conservera la majorité pendant toute la durée du scrutin.

» $\frac{45-15p}{60}$ exprime la probabilité que le candidat qui a 45 voix aura toujours plus de p fois les suffrages de son concurrent pendant toute la durée du scrutin.

» Plus généralement, si a et b sont les suffrages favorables respectivement à A et à B, la proportion de α à β pour les nombres de voix, connues l'une après l'autre, se rencontrera moyennement; ou, du moins, la proportion passera de $>\frac{\alpha}{\beta}$ à $<\frac{\alpha}{\beta}$ moyennement dans $(\beta a-\alpha b)$ scrutins sur $\beta(a+b)$ épreuves. »

GÉOMÉTRIE. — *Recherches sur les surfaces par chaque point desquelles passent deux ou plusieurs coniques tracées sur la surface.* Note de M. **G. Kœnigs**, présentée par M. Faye.

« Lorsqu'une surface algébrique est le lieu d'une famille de courbes algébriques dépendant d'un paramètre, il y a deux cas à distinguer, selon que par chaque point de la surface il passe une seule courbe du système, auquel cas nous dirons que le système est simple, ou bien, selon que par chaque point de la surface il passe plusieurs courbes du système, n par exemple, auquel cas nous dirons que le système est multiple, et qu'il recouvre n fois la surface.

» Ce dernier cas est bien différent du premier et donne lieu à des dé-

veloppements algébriques dont nous nous occuperons plus tard. Dans cette Note, j'ai surtout pour objet de faire connaître les résultats que j'ai obtenus sur les systèmes simples de coniques.

» Chaque fois qu'une surface admet deux systèmes *simples* de génératrices du second degré, cette surface est un cas particulier ou un cas limite d'une surface remarquable du huitième ordre, dont les coordonnées ponctuelles x_1, x_2, x_3, x_4 sont proportionnelles à quatre polynômes de la forme suivante, où λ, μ sont deux paramètres,

$$f_i(\lambda, \mu) = (a_i\lambda^2 + b_i\lambda + c_i)\mu^2 + (a'_i\lambda^2 + b'_i\lambda + c'_i)\mu + a''_i\lambda^2 + b''_i + c''_i;$$

cette surface est représentable sur le plan, sa ligne double est du vingtième degré, etc.

» Cette surface remarquable comprend une foule de surfaces bien célèbres en Géométrie : les quadriques, la surface de Steiner, les surfaces cubiques, les surfaces du quatrième degré à conique double, une surface remarquable du cinquième ordre étudiée par M. Darboux au Tome II de son *Bulletin*, etc.

» Mais il y a plus, cette surface du huitième ordre possède une définition géométrique très remarquable qui montre qu'elle offre à d'autres points de vue une généralisation naturelle des surfaces du quatrième ordre à conique double.

» Soient, en effet, deux espaces e et E, dont les coordonnées ponctuelles s'appelleront respectivement x_i et X_i. Considérons une transformation quadratique générale de e dans E, définie par les formules

$$(\mathrm{T}) \qquad \frac{X_1}{\varphi_1(x_1, x_2, x_3, x_4)} = \frac{X_2}{\varphi_2(x_1, \ldots)} = \frac{X_3}{\varphi_3(x_1, \ldots)} = \frac{X_4}{\varphi_4(x_1, \ldots)},$$

où les φ_i sont des formes quadratiques *quelconques* de x_1, x_2, x_3, x_4. Eh bien, la transformée d'une quadrique *quelconque* de l'espace e est précisément notre surface du huitième ordre. L'ordre s'abaisse si les quadriques $\varphi_i = 0$ vérifient certaines conditions, comme d'avoir des points communs. Comme la transformation (T) devient, dans certains cas, l'involution quadrique, c'est-à-dire l'inversion projective, et que la transformée d'une quadrique est alors une surface du quatrième ordre à conique double, on voit de nouveau que ces surfaces du quatrième ordre doivent être comprises dans notre surface du huitième ordre.

» J'ajouterai que par la transformation (T) les génératrices rectilignes de la quadrique se transforment précisément dans les coniques de la surface du huitième ordre.

» On peut disposer des constantes a_i, b_i, ..., de façon que les deux systèmes de coniques deviennent des cercles; on arrive ainsi, conformément aux prévisions de M. Darboux, à une surface du huitième ordre sur laquelle sont deux séries de cercles.

» Tout ce qui a trait à la Géométrie des cercles et des sphères donne lieu, comme on sait, à une contre-partie dans la Géométrie des droites. La connaissance d'une surface du huitième ordre *bi-cerclée* fournit, par exemple, une solution du problème suivant : Trouver une surface qui soit à la fois circonscrite aux quadriques de deux familles. Dans le cas actuel, les génératrices de ces quadriques font partie d'un complexe linéaire.

» Dans une autre Communication, je m'occuperai du cas, bien différent, des surfaces recouvertes plusieurs fois par les coniques d'un même système. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Saccharimètre de projection*. Note de M. **Léon Laurent**, transmise par M. A. Cornu.

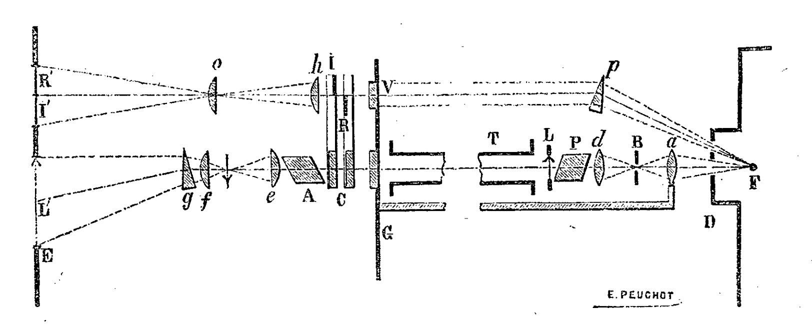
« Les saccharimètres que je construis se divisent en deux types, tous deux à pénombres :

» 1° Polarimètre *à rotation;* il exige la lumière monochromatique;

» 2° Saccharimètre *à compensation* (plus spécial pour le sucre); on se sert de la lumière ordinaire.

» Ces appareils s'emploient pour l'observation individuelle : il serait intéressant de les utiliser aussi pour la *projection;* la grande difficulté est dans le peu de lumière qui sort de ces appareils : on opère, en effet, dans le voisinage de l'extinction totale. Aussi, la projection du saccharimètre à rotation, éclairé par la lumière monochromatique, ne donnerait-elle aucun résultat; mais, avec le modèle à compensation, on peut employer la lumière électrique, et comme cette source lumineuse est aujourd'hui très employée dans les grands établissements scientifiques, j'ai pensé que, avec quelques dispositions spéciales, on pourrait obtenir des projections suffisantes.

» L'appareil que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie est représenté par la figure ci-jointe, en coupe verticale.



NOTICE EXPLICATIVE.

Appareil proprement dit.

F, point lumineux, donné par les charbons du régulateur.
D, diaphragme, monté sur la lanterne de projection (sans lentilles).
a, lentille de champ, donnant en B une image réelle de F.
B, diaphragme, portant le bichromate de potasse; c'est le foyer conjugué de la surface de l'objectif *e*.
d, lentille, qui rend les rayons parallèles dans le tube T.
P, polariseur Foucault.
L, lame demi-onde.
T, tube pour les liqueurs sucrées.
G, cadran, supportant le compensateur C.
C, compensateur Soleil *modifié*.
A, nicol analyseur.
e, objectif des appareils ordinaires; il donne une image réelle de L entre *e* et *f*.
f, objectif supplémentaire; il remplace l'ancien oculaire concave, et donne sur l'écran une image réelle L' de L.
g, prisme, qui sert à empêcher l'image L' d'empiéter sur l'image des divisions R' et I'.

Projection des divisions.

p, prisme, qui emprunte la lumière de F et la renvoie sur I et R.
V, verre orangé, pour diminuer l'éclat des divisions I et R.
R, règle du compensateur, avec divisions sur verre.
I, index, avec divisions sur verre.
h, lentille de champ, qui concentre les rayons lumineux sur O.
O, objectif, qui sert à projeter les divisions sur l'écran en R', I'.

» On peut projeter sur l'écran *blanc* E et montrer : l'égalité de tons, la

variation de l'angle des sections principales, l'influence du bichromate, de l'interposition du sucre, etc. On voit simultanément l'image polarisée et les divisions.

» On peut aussi faire la projection sur un *verre dépoli* et regarder de l'autre côté; la quantité de lumière transmise est plus grande; on peut alors faire *des mesures* et arriver à une précision de $\frac{1}{1000}$ à $\frac{2}{1000}$, presque comme dans l'observation individuelle.

» Au moyen de deux miroirs formant entre eux un angle de 90° et situés à 1^m de l'écran, deux personnes, placées en face l'une de l'autre et regardant perpendiculairement à l'axe de l'appareil, peuvent observer en même temps; un professeur et un élève, ou deux experts. Une disposition mécanique simple permet de manœuvrer à distance le bouton du compensateur.

» J'appellerai l'attention sur deux points importants en pratique : 1° dans mes appareils à lame demi-onde, les deux demi-disques sont *uniformément* éclairés dans tout le champ; or cela n'arrive pas dans les appareils à prisme coupé; le défaut tient à la forme même de ce prisme, et on ne peut le faire disparaître; 2° dans un système à pénombres *quelconque*, on n'obtient pas la *même couleur* pour les deux demi-disques, surtout si l'on opère avec une flamme intense et loin du zéro, et *on ne peut pas l'obtenir*. Cela tient à la flamme, qui n'est pas rigoureusement monochromatique, même avec l'interposition du bichromate. Ce défaut n'existe pas dans mon modèle à compensateur (1); on a bien *égalité de couleurs* et *égalité d'éclairement*.

» J'insisterai aussi sur la *grandeur* des modèles. Le rapport de l'image vue dans les instruments, au diaphragme portant la lame, est deux fois plus petit dans le *grand* modèle de $0^m,50$, de sorte que la *netteté* est quatre fois plus grande dans ce modèle. On ne gagnerait plus rien en augmentant la longueur de l'instrument; au contraire. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Expériences de Chimie agricole*. Note de M. **J. Raulin**, transmise par M. Pasteur.

« Les résultats des essais comparatifs exécutés sur les cultures agricoles sont presque toujours troublés par l'influence de l'inégale fertilité du sol en ses divers points : cette influence est quelquefois de même ordre de grandeur que celle des circonstances qu'on veut étudier. C'est pour éviter

(1) *Comptes rendus* du 13 février 1882.

cette cause d'erreur que les expériences de la Station agronomique du Rhône sont disposées selon la méthode suivante :

» Le terrain rectangulaire d'expérimentation est divisé en autant de parcelles rectangulaires, égales et parallèles, qu'on veut étudier de *circonstances*. Chaque parcelle est divisée en trois carrés égaux, de 10^m de côté, A, B, C; les deux carrés extrêmes A, C, identiquement traités, diffèrent du carré du milieu B, qui sert de témoin, par la circonstance qu'on veut étudier. Il y a donc autant de parcelles rectangulaires que de circonstances à étudier, chacune ayant un témoin en son milieu.

» En général, la fertilité naturelle du sol présente des différences de A à C; si elles sont absolument irrégulières, le terrain ne peut servir à des expériences comparatives. Mais ce cas est rare. D'ordinaire, la fertilité augmente ou diminue assez régulièrement de A à C, en sorte que la demi-somme des récoltes de A + C serait égale à celle de B si les trois parcelles recevaient le même traitement; la cause d'erreur due à l'inégalité du sol disparaissant, *au moins pour la plus grande partie*, le rapport de la récolte de $\frac{A+C}{2}$ à celle de B exprimera l'influence réelle de la circonstance qu'on étudie.

» Voici un exemple de l'application de cette méthode :

» En novembre 1886, au champ d'expériences de la station agronomique du Rhône, on a semé du blé *Dattel* sur cinq parcelles rectangulaires juxtaposées, qui ont reçu des proportions convenables et égales de chlorure de potassium et de sulfate d'ammoniaque : le carré B de chaque parcelle n'a pas reçu de phosphate; les carrés A et C ont reçu d'égales quantités d'acide phosphorique (50^{kg} par hectare) à l'état de phosphates de diverses natures. Voici les résultats :

Ordre des parcelles.	Nature des phosphates.	Récolte de $\frac{A+C}{2}$, kg	Récolte de B. kg	Récolte de $\frac{A+C}{2}$, celle de B étant ramenée à 100.
Première parcelle....	Superphosphate de chaux, à 15 pour 100 de PhO^5.	75	64,7	115,9
Deuxième parcelle...	Phosphorites à 30 pour 100 de PhO^5..........	79,8	76,1	104,8
Troisième parcelle....	Scories à 12,6 pour 100 de PhO^5.............	71,1	70,8	100,5
Quatrième parcelle...	Coprolithes à 20,7 pour 100 de PhO^5.........	71,9	75	95,9
Cinquième parcelle...	Phosphate précipité, à 40 pour 100 de PhO^5.....	76,2	62,3	122,2

» Ces expériences ont été reproduites au domaine du Perron. Voici les résultats :

Ordre des parcelles.	Nature des phosphates.	Récolte de $\frac{A+C}{2}$.	Récolte de B.	Récolte de $\frac{A+C}{2}$, celle de B étant ramenée à 100.
Première parcelle....	Superphosphate de chaux.	107^kg	94^kg	113,8
Deuxième parcelle...	Phosphorites...........	87,5	85	106,6
Troisième parcelle...	Scories.................	80	72	111,1
Quatrième parcelle...	Coprolithes.............	72,5	68	106,6
Cinquième parcelle...	Phosphate précipité.....	84,5	69	122,4

» En résumé, le superphosphate et le phosphate précipité ont donné une augmentation de récolte certaine, très appréciable; les phosphates fossiles et les scories n'ont produit qu'une augmentation douteuse, certainement beaucoup moindre, comparable aux erreurs que comporte l'expérience.

» Les terrains de ces expériences présentaient des inégalités de fertilité naturelle telles, que le rapport de la récolte maxima à la récolte minima pour les parcelles B du champ d'expériences a été $\frac{76,1}{62,3} = \frac{122,1}{100}$ et, pour les essais du Perron, $\frac{94}{68} = \frac{138,2}{100}$; c'est-à-dire que, l'influence du défaut d'homogénéité du sol étant au moins égale à l'influence maxima des phosphates essayés, il eût été impossible de mettre celle-ci en évidence par les dispositions habituelles.

» Quant à l'action des phosphates de diverses natures sur les cultures agricoles, la position de la question a une réelle importance : il est clair que, si l'on emploie divers phosphates en quantités beaucoup plus grandes que celles qui fournissent l'acide phosphorique suffisant à une seule récolte, les moins assimilables, pour peu qu'ils le soient, exerceront probablement, grâce à leur masse, une action comparable à celle des phosphates les plus assimilables, dont l'action croît de moins en moins à mesure que la proportion augmente. Mais ce cas n'a qu'une relation indirecte avec la pratique : il faut, avant tout, rechercher quelle est l'action comparative des divers phosphates *dans les proportions habituelles de la pratique* (30^{kg} à 50^{kg} d'acide phosphorique par hectare). C'est dans ces conditions que nous nous sommes placés et les essais précités établissent la supériorité des phosphates à acide phosphorique facilement soluble, sur les autres, au moins dans les conditions de ces essais, c'est-à-dire pour la culture du blé, dans un terrain où l'humus

et le calcaire prédominent, relativement riche d'ailleurs en acide phosphorique.

» Mais un autre cas n'intéresse pas moins la pratique agricole : ne suffirait-il pas de confier au sol, une première fois, une forte réserve de phosphates fossiles ou de scories phosphatées, d'un prix peu élevé, devenant peut-être lentement assimilables, et de réparer chaque année les pertes par une nouvelle dose modérée, pour avoir tous les résultats qu'on obtient avec les phosphates préparés par l'industrie, d'un prix beaucoup plus élevé? Des essais en ce sens sont commencés actuellement sur le maïs : j'en donnerai les résultats ultérieurement.

MÉTÉOROLOGIE. — *La trombe du* 19 *août* 1887, *sur le lac Léman.* Note de M. **Ch. Dufour.**

« Le 19 août 1887, vers 7^h30^m du matin, une trombe s'est formée sur le lac Léman; poussée par le vent du sud-ouest, elle a abordé la rive suisse, au lieu dit *au Désaley*, 1^{km} à l'ouest de la station de Rivaz. En ce moment, la trombe s'est subitement coupée et a disparu.

» Pour avoir des renseignements sur le phénomène, j'ai d'abord consulté l'équipage du bateau à vapeur *le Dauphin*, qui était dans ces régions. La trombe a passé devant le bateau, suivant une route oblique à celle du navire. Il y eut même un moment où, dans l'ignorance où il était sur la direction de la trombe, le pilote fut un peu inquiet pour son bâtiment. Il est clair qu'il pensait alors plus à la manœuvre qu'à suivre la marche de sa montre pour faire une étude scientifique du phénomène; mais, d'après le chemin parcouru par le bateau entre l'instant où l'on a aperçu la trombe et celui où elle a disparu, j'estime qu'il s'est écoulé huit minutes. Le pilote dit positivement qu'il a vu l'eau *s'élever*.

» Quand la trombe a disparu, le bateau était au Treytorrens, à 800^m en arrière; il est possible que, quelques minutes auparavant, il ait été à une distance plus faible.

» Au point où la trombe a fini, le chemin de fer suit le rivage du lac, dont il est distant seulement de quelques mètres. Un cantonnier, attaché à la gare de Rivaz, M. Cordey, faisait en ce moment son service sur la voie. Il était près du point où la trombe a fini; il dit qu'elle a passé à moins de 100^m de lui; ainsi il l'a très bien observée. Il dit aussi que l'eau *montait,* et c'est l'opinion de tous les ouvriers qui travaillaient en ce moment près de M. Cordey.

» Tous reconnaissent que la trombe a cessé en touchant le rivage. Ainsi, on ne voit aucun dérangement dans les vignes qui arrivent presque jusqu'au lac et qui n'en sont séparées que par le chemin de fer. Le chemin de fer lui-même n'a aucun mal.

» Quand la trombe a fini, elle a paru se retirer dans le ciel, toujours avec une

partie inférieure assez mince. Pour me servir de la comparaison d'un témoin oculaire, elle avait alors l'apparence d'un serpent qui retire sa queue.

» Toutes les personnes de la contrée me disent que, en ce moment, le ciel était couvert, mais nullement orageux : il n'y avait ni éclairs, ni tonnerres; plus tard, il est tombé un peu de pluie; cependant, les ouvriers du chemin de fer ont éprouvé une forte averse, dans le voisinage immédiat de la trombe.

» Les renseignements les plus complets m'ont été fournis par M. Charles Testuz qui demeure au Treytorrens, c'est-à-dire à 800^m du point où la trombe s'est terminée. Voici ce que m'écrit M. Testuz :

« Je n'ai pas vu le commencement de la trombe; lorsque je l'ai aperçue, elle était à 400^m ou 500^m environ du bord du lac et semblait arriver directement sur notre maison, quand tout à coup la colonne changea de direction pour se diriger au nord-est, longea le lac à 200^m du bord pour aller se perdre dans les vignes au delà du Désaley. Je n'ai pas remarqué trace de son passage dans les vignes; il paraît que, en sortant de l'eau, la colonne s'est immédiatement élevée.

» C'était la première fois que je voyais une trombe : ce spectacle était vraiment magnifique.

» Lorsque la colonne était sur le lac, l'eau avait un mouvement de rotation vertigineux, tel qu'on aurait dit plusieurs roues de bateau à vapeur. La base de la colonne ressemblait à de la fumée, même assez opaque, qui tourbillonnait, puis s'élevait en spirale, formant parfois une espèce de cornet ou de cône renversé qui allait se perdre dans les nuages. La colonne était assez inclinée; lorsque le pied se trouvait devant le Treytorrens, le sommet semblait arriver sur le village de Chexbres. »

» Pour l'intelligence des nombreux lecteurs qui ne connaissent pas la localité, je dirai que, dès que la trombe était poussée par le vent du sud-ouest, que le pied était en face du Treytorrens alors que le sommet paraissait sur le village de Chexbres, c'est une preuve que la partie supérieure allait plus rapidement que la partie inférieure; ou, si l'on veut, que cette partie inférieure traînait sur le lac, car le Treytorrens est au sud-ouest de Chexbres.

» M. Despond, chef de district au chemin de fer, et M. Arnaud, chef d'équipe, ont vu l'un et l'autre la trombe de très près. Ils disent que la partie inférieure n'avait pas l'apparence d'une nappe limpide, mais plutôt celle d'une masse écumeuse ou nuageuse, formée par les gouttes d'eau qui montaient. Le tout avait un mouvement de rotation très rapide, dans le même sens que les aiguilles d'une montre; mais, derrière la trombe, une grande quantité d'eau retombait sous forme d'une pluie abondante.

» M. Despond a fait une observation d'une grande importance. Il a remarqué que la trombe s'était formée sur le lac, au point de rencontre de deux vents : le vent du sud, appelé vulgairement la *vaudaire,* qui souffle, souvent avec une grande violence, dans la partie orientale du lac, et le vent d'ouest, qui souffle dans la partie occidentale;

la route suivie par la colonne était précisément la ligne de démarcation de ces deux vents. Il est vrai que, près du rivage, là où elle a changé de direction et où elle s'est terminée, le vent d'ouest avait aussi un peu changé de direction, probablement à cause du relief du terrain : il soufflait plutôt du nord-ouest; c'est ce que l'on appelle, sur les bords du lac, le *joran*.

» MM. Despond et Arnaud disent que la partie tout à fait inférieure de la trombe n'avait pas plus de 2^m à 3^m de diamètre, mais qu'elle s'élargissait très rapidement. A bord du *Dauphin,* plus éloigné, on avait estimé ce diamètre beaucoup plus grand; mais il est probable que, du bateau à vapeur, on ne distinguait pas la partie inférieure, qui était la plus étroite.

» Il est possible de déterminer approximativement la hauteur de cette trombe. En effet, son commencement a été vu par MM. Despond et Arnaud, qui étaient alors éloignés de 1900^m. Chacun d'eux a pu indiquer quel était, sur la rive opposée, le point situé dans la direction de ce commencement. On peut donc avoir ici une parallaxe; et l'on trouve que la trombe a commencé sur la ligne qui va de la partie orientale de Cully à la tour Ronde, en Savoie, à 5500^m de la côte suisse. D'après les observations de M. Testuz, on a la direction de la colonne, jusqu'au point où elle a changé de direction, et l'on trouve ainsi qu'elle a passé à 1600^m au large de Cully. En ce moment, plusieurs personnes de cette localité étaient au bord du lac; elles ont estimé que la trombe avait la hauteur apparente du mont Arvel, qui est situé près de Villeneuve, et qui était alors derrière la colonne. De Cully au mont Arvel, il y a $20\,200^m$, et en ce point cette montagne est à une altitude de 1700^m. En tenant compte de l'élévation du lac Léman au-dessus de la mer, ainsi que de l'effet de la rondeur de la Terre, on arrive à une hauteur de 102^m; ajoutons, si l'on veut, 4^m pour l'élévation des observateurs au-dessus du lac, on arrive à 106^m pour la hauteur de la colonne. En prenant au maximum les erreurs d'appréciation qui se produisent nécessairement dans l'observation d'un phénomène de cet ordre, je ne crois pas qu'il puisse en résulter une différence de plus de 20^m sur la hauteur de cette colonne; par conséquent, nous avons ici une indication, au moins très approximative, de la hauteur d'une trombe telle que celle qui s'est produite sur le lac Léman dans la matinée du 19 août 1887.

» On a vu souvent des trombes sur le lac Léman. Ainsi le pilote du bateau à vapeur *l'Helvétie* m'a dit en avoir vu une en 1883; elle présentait le même aspect, mais elle était moins grande que celles qu'il avait vues, étant matelot, sur l'Atlantique et dans les mers de la Chine. Au dire des pilotes des bateaux à vapeur, elles sont plus fréquentes devant Rivaz et

devant Cully que dans les autres parties du lac; et, comme le fait observer M. Mercantin, de Cully, elles apparaissent toujours au point où il y a conflit entre le vent du sud et le vent d'ouest; au point où celle du 19 août a été déviée, il y a encore quelque chose de particulier pour le vent du nord : il se divise là en deux courants qui suivent deux directions différentes.

» Avec son encadrement de montagnes, le lac Léman se présente dans des circonstances exceptionnellement favorables pour l'étude de ce phénomène. Il est possible de voir les trombes, de divers points du rivage, comme cela a eu lieu le 19 août, et d'obtenir ainsi des parallaxes. Et, en rapportant la hauteur de la colonne à celle des montagnes devant lesquelles elle passe, on peut calculer approximativement sa hauteur. Tout cela est plus facile et plus sûr quand l'observation peut se faire de la terre ferme qu'à bord d'un navire. »

MINÉRALOGIE. — *Addition à une Note sur certains phénomènes de corrosion de la calcite de Couzon (Rhône)*, par M. **Ferdinand Gonnard**, présentée par M. Des Cloizeaux.

« Dans ma Note du 31 janvier 1887, j'ai énoncé cette proposition, que l'étude des lignes de corrosion observées par moi sur les rhomboèdres inverses de la calcite de Couzon amène à la conception de rhomboèdres plus obtus que ceux-ci, et engendrés, pour chaque angle culminant des premiers, par les intersections, deux à deux, de trois plans dont les traces ont, sur chaque face des inverses, les directions suivantes : l'une d'elles est parallèle à la diagonale horizontale, et les deux autres, qui sont antiparallèles, coupent les arêtes culminantes de façon que l'un des angles plans ainsi déterminés est précisément égal à l'angle plan du sommet de l'inverse, soit de 74°55′ (d'après M. Des Cloizeaux).

» Il est aisé de démontrer que le rhomboèdre, dont les traces sur les faces de l'inverse sont indiquées par les lignes de corrosion précitées, n'est autre que b^1, l'équiaxe d'Haüy.

» Considérons, en effet, un quelconque des plans précités; pour plus de simplicité, ce sera, par exemple, le plan passant par deux des angles latéraux supérieurs et par un point, déterminé comme il est dit ci-dessus, de l'arête culminante opposée à la face dont la diagonale horizontale est la ligne qui joint les sommets des deux angles en question. Ce plan dé-

tache de la partie supérieure du rhomboèdre inverse une pyramide triangulaire, dont les quatre bases sont des triangles isoscèles égaux deux à deux; il en résulte que les hauteurs de ces quatre triangles sont égales deux à deux; et, si nous considérons la section principale de l'inverse, son intersection avec le plan coupant dont il s'agit donnera encore un triangle isoscèle, dont les deux côtés, qui sont égaux, sont de plus égaux à la demi-diagonale oblique d'une face de l'inverse.

» Cela posé, désignons par :

b l'arête culminante de l'inverse;
α l'angle plan du sommet de l'inverse;
β l'angle d'une arête culminante du primitif et de l'axe vertical;
γ l'angle d'une face de l'inverse et du même axe;
δ l'angle d'une face du primitif et de l'axe vertical, angle qui est également celui de l'arête culminante de l'inverse et du même axe;
ε l'angle dièdre obtus, dont l'arête est la diagonale horizontale d'une face de l'inverse, et dont les faces sont celles de l'inverse et du rhomboèdre cherché.

» On sait que

$$\alpha = 74^\circ 55',$$
$$\beta = 63^\circ 44' 46'',$$
$$\delta = 45^\circ 23' 26''.$$

» Quant à γ, la valeur s'en déduit des propriétés de l'inverse :

$$\gamma = 180^\circ - (\beta + 2\delta) = 25^\circ 28' 22''.$$

» De ces données, on tire la valeur de ε. En effet, dans le triangle isoscèle précité, on a la relation suivante, entre deux des côtés et les sinus des angles opposés,

$$\frac{2b\cos\alpha}{b\cos\frac{1}{2}\alpha} = \frac{\sin(180^\circ - \varepsilon)}{\sin(\gamma + \delta)},$$

d'où

$$\sin\varepsilon = \frac{2\cos\alpha}{\cos\frac{1}{2}\alpha}\sin(\gamma + \delta)$$

et, par suite,

$$\varepsilon = 141^\circ 43' 37''.$$

» Cette valeur de ε est précisément le double de la somme des angles γ et δ, c'est-à-dire le double de l'angle plan aigu de la section principale

de l'inverse. Les arêtes culminantes du primitif et les diagonales obliques du rhomboèdre cherché sont donc parallèles; et les faces de ce dernier, étant parallèles aux plans déterminés par les arêtes culminantes du primitif et des parallèles aux diagonales horizontales de l'inverse, sont tangentes aux arêtes culminantes du primitif. Le rhomboèdre engendré de cette façon n'est donc, ainsi que je l'ai avancé, autre que l'équiaxe d'Haüy, soit b^1.

» Il est intéressant de constater que ces lignes de corrosion, ou de plus facile attaque, par un agent quelconque d'ailleurs, déterminent précisément ces directions qu'on rencontre dans le spath d'Islande, ainsi que dans certaines calcites laminaires. Haüy les attribuait à des clivages supplémentaires, ou, suivant son expression, à des joints surnuméraires. De Senarmont a montré qu'elles sont dues à des lames hémitropes, retournées parallèlement à b^1.

» On peut dire, réciproquement, que l'observation de M. de Senarmont explique la production de ces lignes de corrosion. Si nous considérons, en effet, un seul des trois systèmes de direction de ces lignes, qu'on n'observe d'ailleurs que rarement ensemble sur une même face de l'inverse, nous voyons qu'il subsiste, entre les strates successives de macles des lamelles hémitropes et chacune des faces auxquelles ces macles aboutissent, de très petits prismes à base triangulaire, facilement séparables de la masse du cristal, et laissant par leur disparition de fins sillons parallèles; de telle sorte que, si les lames hémitropes étaient régulièrement distribuées dans la masse du cristal, toute section principale, ou voisine de celle-ci, offrirait l'aspect d'une double scie, dont les dentelures seraient constituées par les projections, sur le plan de ces sections, des extrémités de ces macles de lamelles hémitropes.

» La présente observation vient donc s'ajouter aux précédentes, ainsi qu'aux belles expériences de MM. Pfaff et Reusch, et de M. de Baumhauer, pour signaler à nouveau, et d'une autre manière, les propriétés remarquables que présentent les directions des faces de l'équiaxe d'Haüy ».

M. **R. Guérin** adresse une Note relative à un procédé qui pourrait servir à élucider la question de l'atmosphère de la Lune.

L'auteur fait remarquer que le mouvement diurne de la Lune, à cause de son mouvement propre, n'est pas le même que celui d'une étoile. Il s'ensuit que, avec un mouvement d'horlogerie réglé sur la marche de la

Lune, une lunette photographique donnera à notre satellite un bord net; pour une étoile voisine de ce bord, on aura une traînée lumineuse.

Il semble donc certain que, si faible que soit l'atmosphère de la Lune, au point de contact des deux astres, les conditions photogéniques seront changées : la traînée faite par l'image de l'étoile devra en montrer trace.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 22 AOUT 1887.

Bibliothèque de l'École des Hautes Études. Section des Sciences naturelles; t. XXXIII. Paris, G. Masson, 1886; gr. in-8°. (Deux exemplaires.)

Note sur quelques rhynchonelles du terrain dévonique supérieur; br. in-8°, par M. J. Gosselet. (Extrait des *Annales de la Société géologique du Nord.*)

Sixième Note sur le famennien; par M. Gosselet ; br. in-8°.

L'Œuvre agricole de M. Boussingault; par M. P.-P. Dehérain; br. in-8°.

Statistique sanitaire pour l'année 1886, publiée par le Ministère du Commerce et de l'Industrie. Paris, Imprimerie nationale, 1887; in-8°.

Trajectoire d'un corps assujetti à se mouvoir sur la surface de la Terre sous l'influence de la rotation terrestre; par L. Lindelöf. Helsingfors, 1887; br. in-4°.

Bollettino dell' osservatorio della regia Universita di Torino; anno XXI (1886); br. in-4°.

The electrum coinage of cyzicus; by William Greenwell. London, Rollin and Feardeunt, 1887; in-8°.

Theoretische Studien über die Elasticitätsverhältnisse der Krystalle; von W. Voigt. Göttingen, Dieterichsche Verlagsbuchandlung, 1887; br. in-4°.

Die elecktrischen Fische. Nach neuen Untersuchungen anatomisch-zoologisch dargestellt; von Gustav Fritsch; br. in-f°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 SEPTEMBRE 1887.

PRÉSIDÉE PAR M. HERVÉ MANGON.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome CIII des *Comptes rendus* (2ᵉ semestre 1886) est en distribution au Secrétariat.

PHYSIOLOGIE. — *La Photochronographie appliquée au problème dynamique du vol des oiseaux*. Note de M. **Marey**.

« J'ai montré précédemment que la cinématique du vol était complètement éclairée par la Photochronographie. Sur des séries de figures en relief, représentant les attitudes du goéland et du pigeon à des instants successifs de la révolution de leurs ailes, on a vu comment s'enchaînent entre eux les mouvements d'élévation et d'abaissement de ces membres, leurs alternatives d'extension et de flexion, les changements d'inclinaison des rémiges, enfin les déplacements des pattes et de la queue.

» Ces figures en relief, disposées dans un zootrope, reproduisent les mouvements de l'oiseau qui vole, avec une lenteur qui permet d'en saisir facilement les phases. Grâce au relief des images, l'illusion est absolue et l'on peut voir, suivant qu'on observe tel ou tel point de son parcours, l'oiseau voler en s'éloignant de l'observateur, passer transversalement, ou revenir sur lui.

» Grâce à l'obligeance de mes amis, Milne-Edwards et Geoffroy Saint-Hilaire, j'ai pu étendre à un assez grand nombre d'espèces d'oiseaux l'analyse des mouvements et constater, à travers certaines dissemblances superficielles, la similitude des actes essentiels du vol.

» Je vais montrer aujourd'hui que la Photochronographie contient les éléments nécessaires pour résoudre le problème dynamique du vol, c'est-à-dire pour mesurer les forces musculaires de l'oiseau et le travail qu'il produit.

» Il n'est pas besoin de rappeler les erreurs auxquelles de grands mathématiciens ont été conduits pour avoir basé leurs calculs sur des données inexactes. La cause de ces erreurs résidait tout entière dans l'impossibilité où l'on était autrefois de déterminer exactement les mouvements de l'oiseau.

» En Mécanique, si l'on connaît la masse d'un corps et les mouvements dont elle est animée, on en déduit la valeur des forces qui agissent pour produire ces mouvements. Sur les photochronographies d'un oiseau qui vole, nous pouvons mesurer tous les déplacements de la masse de son corps et la vitesse de ces mouvements. D'autre part, nous connaissons l'une des forces auxquelles est soumise la masse de l'oiseau, la pesanteur; nous pouvons mesurer expérimentalement une autre de ces forces, la résistance de l'air; l'inconnue à dégager sera donc la force musculaire de l'oiseau, avec son moment d'action et la valeur de ses deux composantes, dont l'une, verticale, agit contre la pesanteur, tandis que l'autre, dirigée horizontalement, surmonte la résistance d'inertie de la masse de l'oiseau et la résistance que l'air oppose à sa translation.

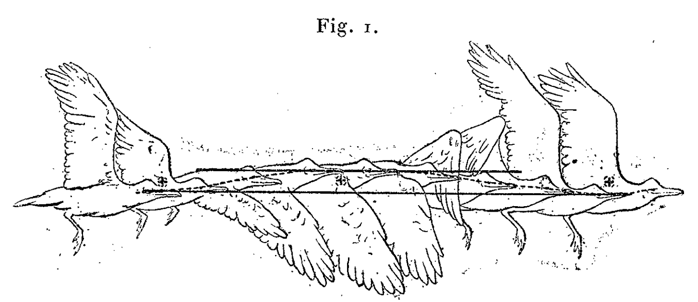
» Nous mesurerons successivement les déplacements de l'oiseau suivant ces deux composantes verticale et horizontale.

» A. *Mouvements de la masse de l'oiseau projetés sur un axe vertical.* — L'observation du vol a fait, depuis longtemps, constater que le corps de l'oiseau s'élève quand les ailes s'abaissent, et réciproquement. Dugès avait beaucoup exagéré l'étendue de ces oscillations, dont la valeur véritable est donnée par l'expérience suivante :

» Prenons une série d'images photochronographiques d'un goéland

qui vole dans un plan horizontal (*fig.* 1); puis, en projetant cette figure sur un écran, agrandissons-la jusqu'à ses dimensions réelles, de telle

Fig. 1.



Attitudes successives d'un goéland pendant une révolution de ses ailes. La courbe ponctuée exprime les oscillations de l'œil de l'oiseau. Les deux lignes pleines horizontales mesurent par leur écartement l'amplitude de ces oscillations. Les trois croix indiquent les hauteurs où se trouve le centre de gravité du corps pendant les maxima et minima de son oscillation apparente.

sorte que chaque image ait les dimensions véritables de l'oiseau et que la distance qui sépare deux images consécutives corresponde exactement à l'espace parcouru entre deux éclairements successifs, c'est-à-dire en $\frac{1}{50}$ de seconde.

» Sur la figure ainsi agrandie, cherchons un point du corps de l'oiseau qui soit visible dans chacune des images, l'œil par exemple, et traçons la courbe ponctuée qui passerait par la série des yeux.

» Menons une droite tangente à deux minima consécutifs de la trajectoire onduleuse de l'œil et, parallèlement à cette ligne, une autre droite tangente au maximum de cette trajectoire : l'écartement de ces parallèles mesurera l'amplitude d'une oscillation verticale du corps de l'oiseau. Dans le cas présent, cet écartement mesurait $0^m,045$.

» Ces oscillations ne sont qu'apparentes, ou du moins n'affectent pas le centre de gravité du corps, point qui doit seul être considéré dans la mesure des déplacements de la masse de l'oiseau.

» En effet, selon que les ailes se portent en haut ou en bas, le centre de gravité s'élève ou s'abaisse dans le corps de l'oiseau. Or, si l'on retranche de l'oscillation apparente de l'oiseau ce qui correspond au déplacement du centre de gravité dans son corps, l'oscillation réelle n'est guère que de $0^m,01$, valeur négligeable, d'autant plus qu'elle peut tenir à l'imperfection des moyens de déterminer le centre de gravité dans les différentes attitudes des ailes [1].

---

[1] Pour déterminer le changement de hauteur du centre de gravité du corps de l'oiseau dans les attitudes extrêmes d'élévation et d'abaissement de l'aile, attitudes qui

» On peut donc considérer la masse de l'oiseau comme suivant une trajectoire rectiligne (¹).

» B. *Mouvements de la masse de l'oiseau projetés sur un axe horizontal.* — Si, de l'œil de chacune des images de l'oiseau, nous abaissons des perpendiculaires sur une droite horizontale, nous divisons cette droite en une série de longueurs exprimant chacune le chemin parcouru par l'oiseau dans $\frac{1}{50}$ de seconde. Sur les projections agrandies à la dimension réelle, on mesure directement le chemin parcouru et l'on trouve que l'oiseau parcourait horizontalement $1^{m},262$ à chaque révolution de ses ailes. Or, comme il donnait cinq coups d'aile par seconde, sa vitesse moyenne de translation horizontale était de $6^{m},310$ par seconde.

» Enfin, la série des espaces parcourus à chaque cinquantième de seconde, aux différentes phases de l'élévation et de l'abaissement de l'aile dans une même révolution, a donné les valeurs suivantes :

Phase d'élévation de l'aile.

	Espace parcouru.		Vitesse à la seconde.
	m		m
Premier cinquantième de seconde..	0,137		6,850
Deuxième » » ..	0,128		6,400
Troisième » » ..	0,123		6,150
Quatrième » » ..	0,118		5,900
Cinquième » » ..	0,115		5,750
Espace total parcouru dans une élévation de l'aile....................	0,621	Vitesse moyenne à la seconde..	6,210

---

correspondent précisément aux changements de sens de la trajectoire, nous avons recouru à la méthode de Borelli, méthode que M. Demeny a employée dernièrement pour déterminer la position du centre de gravité du corps de l'homme dans les différentes attitudes de la course ou du saut.

Prenons un goéland mort et lions ses ailes l'une à l'autre en les plaçant dans l'attitude d'élévation; puis couchons l'oiseau sur le flanc, au-dessus de la planchette à bascule. D'après la position d'équilibre du corps de l'oiseau, nous pouvons estimer assez exactement la hauteur du centre de gravité de son corps, et nous l'avons marquée dans la *fig.* 1 par des signes formés d'une croix contenue dans un cercle. Nous avons déterminé de la même façon la position du centre de gravité pendant l'abaissement des ailes et l'avons marquée dans la figure par le même signe. On voit que ces trois signes sont presque en ligne droite; leurs écarts par rapport à une ligne horizontale étaient à peine de $0^{m},01$, sur la *fig.* 1 grandie vingt fois, c'est-à-dire ramenée aux dimensions réelles de l'oiseau et de ses déplacements pendant le vol.

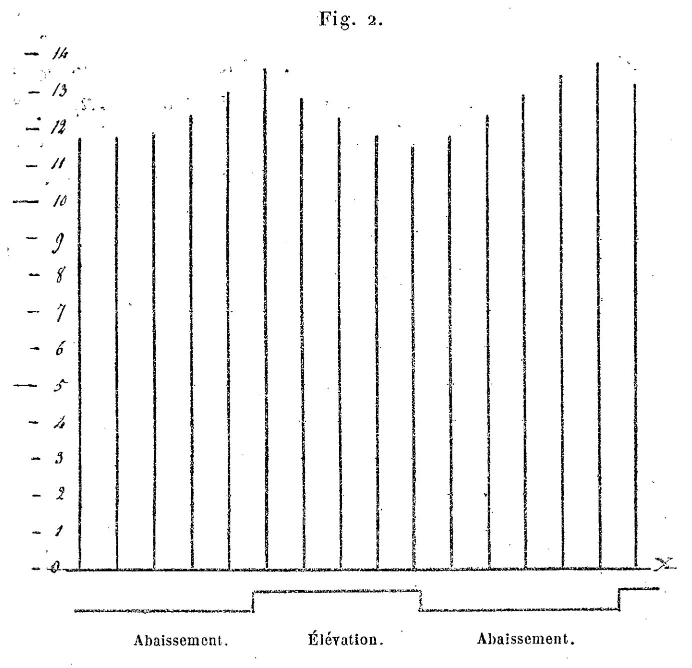
(¹) Il faut excepter, bien entendu, certains types d'oiseaux à vol sautillant, comme la grive, le pivert, etc. Le vol, dans ces espèces, s'accompagne d'intermittences dans l'action des ailes; nous ne considérons ici que le cas des oiseaux rameurs à vol soutenu et régulier.

Phase d'abaissement de l'aile.

	Espace parcouru.		Vitesse à la seconde.
	m		m
Premier cinquantième de seconde..	0,118		5,900
Deuxième » » ..	0,124		6,200
Troisième » » ..	0,129		6,450
Quatrième » » ..	0,134		6,700
Cinquième » » ..	0,136		6,800
Espace total parcouru dans l'abaissement de l'aile....................	0,641	Vitesse moyenne à la seconde..	6,410

» Si l'on élève sur la ligne OX (*fig.* 2) une série d'ordonnées ayant

Fig. 2.



Courbe des vitesses de translation de l'oiseau. Chacune des ordonnées a pour longueur le chemin mesuré en centimètres que l'œil de l'oiseau a parcouru horizontalement pendant $\frac{1}{50}$ de seconde. Les périodes d'élévation et d'abaissement de l'aile durent chacune environ $\frac{1}{10}$ de seconde.

chacune pour longueur le chemin parcouru par l'oiseau, suivant une direction horizontale, dans l'un des cinquantièmes de seconde successifs, on obtient la courbe des vitesses représentée à demi-grandeur [1].

---

[1] Comme l'aile qui s'abaisse se porte un peu en avant et l'aile qui monte un peu en arrière, il en résulte de légers déplacements du centre de gravité de l'oiseau sui-

» La ligne sinueuse située au bas de la figure exprime, par ses élévations et ses abaissements, les durées relatives des périodes d'élévation et d'abaissement de l'aile.

» Telles sont les données sur lesquelles nous essayerons de baser le calcul des forces et du travail de l'oiseau. »

M. **Mascart**, en présentant à l'Académie trois nouveaux Volumes des « Annales du Bureau central météorologique (t. I, III et IV; 1885) », s'exprime comme il suit :

« Dans ces Volumes je signalerai, en dehors des publications habituelles, plusieurs Mémoires de caractères différents : de M. *Moureaux*, sur les observations magnétiques au Parc Saint-Maur; de M. *Michelier*, sur les variations des glaciers dans les Pyrénées; de M. *Angot*, sur la climatologie de Fécamp, d'après les observations faites pendant trente années par MM. Eugène et Charles Marchand; de M. *Renou*, sur la pluie à Paris depuis 1688; de M. *Boname*, sur le climat de Madagascar; enfin de M. *Léon Teisserenc de Bort*, sur l'importance des hautes pressions d'Asie pour la prévision du temps en Europe, et sur la circulation générale de l'atmosphère. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Mesure des sensations lumineuses, en fonction des quantités de lumière*. Note de M. **Ph. Breton**. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Fizeau, Cornu, Marey.)

« On sait, depuis l'invention du photomètre de Bouguer, que, « si un » tableau blanc mat est partagé en zones contiguës qui reçoivent des » quantités équidifférentes de lumière, les contrastes sensibles entre deux » zones contiguës sont très loin d'être égaux ». Pour expliquer cette sin-

---

vant l'axe de son corps. Ces déplacements, dont la valeur est d'environ 15^{mm} dans le vol du goéland, ont pour effet d'atténuer un peu l'inégalité apparente de sa vitesse de translation ; on doit en tenir compte dans l'évaluation des vitesses à chaque instant. Il faudra donc accroître de 15^{mm} la différence entre les espaces parcourus à chaque abaissement de l'aile, c'est-à-dire en $\frac{1}{10}$ de seconde, ce qui portera la variation de vitesse à $0^{m},360$ par seconde.

gularité, on a *supposé* que notre vue perçoit le *rapport* entre deux éclairages contigus. On a même précisé cette hypothèse en disant que : « Si plu-
» sieurs éclairages contigus sont en progression géométrique, les sensations
» des contrastes sont égales. » On a donné à cette prétendue loi les noms de deux physiciens, M. Fechner et M. Weber.

» Je vais montrer d'abord, par une expérience, que cette loi est inexacte.

» Employons, à cet effet, ce que je nomme une *lithophanie en papier :* c'est un paquet de feuillets d'un même papier, agrafés ensemble par un bout, et dont les longueurs équidifférentes se débordent successivement d'une même quantité. Ce système étant éclairé fortement d'un côté et regardé de l'autre, la vue perçoit des quantités de lumière qui ont traversé depuis 1 jusqu'à n épaisseurs de papier. On tâche de prendre n assez grand pour que, la lithophanie étant exposée *en plein soleil* d'un côté, on n'aperçoive de l'autre aucune lumière sensible au bout sombre agrafé.

» Les quantités de lumière qui traversent depuis 1 jusqu'à n épaisseurs du même papier décroissent évidemment en progression géométrique; elles devraient donc, suivant la loi logarithmique énoncée, déterminer une série de sensations lumineuses équidifférentes. Or un simple coup d'œil montre que les contrastes de sensation décroissent, et de plus en plus lentement, de l'extrémité claire à la partie la plus sombre de la lithophanie. Ainsi, dans une lithophanie de douze feuillets d'un papier de force ordinaire, la neuvième bande ne se distingue déjà plus de la suivante; après quoi, les bandes suivantes paraissent complètement opaques, quoique la progression géométrique persiste sans changement de raison. Ceci n'a d'ailleurs rien d'étonnant, car, si on forme les séries des différences premières, deuxièmes, troisièmes, etc., d'une suite de termes d'une progression géométrique dont la raison est q, tous ces ordres de différences forment autant de progressions géométriques, toutes de même raison q.

» Dans une autre lithophanie, en papier dit *pelure,* j'ai employé vingt-trois épaisseurs sans atteindre l'opacité sensiblement complète, même en plein soleil. Dans cette lithophanie, si l'on considère séparément six bandes consécutives, on voit que les cinq contrastes de sensation qui se suivent diffèrent peu entre eux, même à l'extrémité claire; à mesure que l'on compare ainsi cinq contrastes de plus en plus sombres, les différences de ces contrastes vont elles-mêmes en décroissant; et, là où tous les cinq sont près de disparaître, ils diffèrent à peine entre eux. Mais il ne faut pas en conclure que la loi logarithmique soit applicable à cette partie de la lithophanie : cet effacement graduel prouve simplement que la loi inconnue sera représentée par une courbe continue, dans laquelle *tout arc peu courbé se confond sensiblement avec sa corde.*

» Je ferai maintenant les deux remarques suivantes :

» 1° Pour l'étude expérimentale d'une loi inconnue, il convient d'embrasser, autant que possible, toute l'étendue dans laquelle le phénomène est observable, en répartissant le plus également possible un nombre médiocre d'expériences partielles.

» 2° La théorie des différences finies, parfois plus simple que celle des différences infiniment petites, peut conduire à des résultats dont la vérifi-

cation pratique présente une facilité exceptionnelle, capable d'entraîner la conviction. Ce cas se présente surtout quand la fonction y à découvrir peut se développer suivant les puissances positives entières d'une seule variable x, depuis un terme constant jusqu'à x^n; car les différences $(n-1)^{\text{ièmes}}$ sont alors équidifférentes; en sorte que les points figuratifs de ces différences $(n-1)^{\text{ièmes}}$ des valeurs expérimentales de y, pour des valeurs équidifférentes de x, se rangent à égales distances sur un alignement incliné. Cette disposition, représentée sur une épure passable, présente une clarté irrésistible.

» Ce sont ces deux remarques qui me semblent donner une valeur décisive à l'expérience suivante, que j'ai effectuée au mois de juin 1885.

» Un tableau d'un blanc mat était dressé sur une table noire, et se détachait en avant et à droite d'un vase en velours noir; devant le tableau, était dressé un écran noir, dont le bord à droite était destiné à projeter, sur le tableau, ses ombres déterminées par quatre petites bougies B_I, B_{II}, B_{III}, B_{IV}; ces quatre ombres portées partageaient le tableau en cinq bandes, de $0^m,01$ de largeur. La première bande à gauche (détachée devant le vase noir) ne recevait que les lumières diffuses (D) répandues uniformément sur tout le tableau; la deuxième bande recevait, de plus que la première, la lumière de la bougie B_I; chacune des trois bandes suivantes recevait la lumière d'une bougie de plus que la précédente. Le spectateur voyait donc une série de six éclairages contigus, commençant par zéro à gauche, pour le noir pur du vase en velours, et comprenant ensuite vers la droite : (D) pour la première bande du tableau, puis $(D+B_I)$, $(D+B_I+B_{II})$, $(D+B_I+B_{II}+B_{III})$, et enfin $(D+B_I+B_{II}+B_{III}+B_{IV})$. Les distances des quatre bougies au tableau furent réglées, par un tâtonnement méthodique, de manière que deux observateurs sentaient cinq contrastes bien égaux de sensations lumineuses, depuis le noir pur du vase en velours jusqu'à la cinquième bande à droite. L'éclat de cette dernière bande était assez brillant pour que les yeux ne pussent pas le supporter pendant quelques minutes sans fatigue.

» Tout étant ainsi disposé, on mesura les distances des quatre bougies au tableau. Les carrés des inverses de ces quatre distances, représentant les éclairages dus respectivement aux quatre bougies, sont donc les différences premières des cinq éclairages totaux qui donnent des sensations équidifférentes. Voici les valeurs des quatre distances, et celles des inverses de leurs carrés :

Indications des bougies..................	B_I	B_{II}	B_{III}	B_{IV}
Longueurs des rayons éclairants..........	$1^m,180$	$0^m,919$	$0^m,777$	$0^m,685$
Carrés des inverses de ces distances.......	$0^m,718$	$1^m,184$	$1^m,656$	$2^m,131$
Différences calculées, avec deux décimales.		$0^m,47$	$0^m,47$	$0^m,47$

» Ces différences des carrés des inverses des distances, égales à moins d'un centième près, doivent être admises comme égales entre elles, car les distances elles-mêmes n'ont pu être mesurées à moins d'un demi-millimètre près. Les éclairages partiels par les quatre bougies sont donc équidifférents, ce qui indique que les éclairages totaux sont proportionnels à une fonction des sensations du deuxième degré. On peut

dresser comme il suit le diagramme des six éclairages qui ont donné six sensations équidifférentes :

Points du diagramme	N	D	B_I	B_{II}	B_{III}	B_{IV}
Différences premières des éclairages..	»	d	$3d$	$5d$	$7d$	$9d$
Éclairages totaux..................	o	d	$4d$	$9d$	$16d$	$25d$

» Le lecteur qui voudra dresser l'épure de ce diagramme doit placer en N l'origine des coordonnées, et à des distances égales les cinq points D, B_I, B_{II}, B_{III} et B_{IV} ; sur les quatre points B numérotés, élever des ordonnées égales aux inverses des carrés des quatre distances donnés dans le Tableau précédent, et s'assurer que les extrémités de ces quatre ordonnées se rangent sur un alignement dont le prolongement coupe l'axe des abscisses au milieu juste entre N et D. Ainsi, il faut attribuer à la lumière diffuse une valeur d égale au tiers de l'ordonnée du point B_I; les ordonnées des quatre points B numérotés sont ainsi égales à d multiplié par les termes de la série des nombres impairs, en partant de d pour la lumière diffuse jusqu'à neuf fois d pour la quatrième bougie. D'où l'on conclut que les six éclairages totaux, qui nous donnent cinq sensations équidifférentes, croissent comme les carrés des nombres entiers depuis $0 = 0^2$ jusqu'à $25 = 5^2$.

» Donc « la courbe figurative des éclairages totaux en fonction des » sensations lumineuses est la parabole $H = CS^2$, où S désigne la *sensa-* » *tion* comptée sur la tangente au sommet de ladite courbe, H l'*éclairage* » total compté sur l'axe focal de la courbe, et C un coefficient personnel » et momentané ». Il est donc démontré que la mesure des sensations lumineuses, en fonction des quantités de lumière, est représentée par la *loi parabolique* dont je présente l'équation.

» Enfin il importe de voir quelle est la signification mécanique de cette loi parabolique, en Mécanique rationnelle. Les quantités de lumière sont proportionnelles au moyen *carré des amplitudes* des oscillations des molécules de l'éther, et sans doute aussi au moyen carré des oscillations que l'éther imprime aux terminaisons des filets nerveux de la rétine; ces carrés sont proportionnels au *travail* qui met en vibration ces molécules, et, si l'on essaye de déterminer l'*équivalent mécanique de la lumière*, il faudra l'évaluer en kilogrammètres, comme on l'a fait pour l'équivalent dynamique de la chaleur. Quant aux sensations lumineuses, puisqu'elles sont proportionnelles aux racines carrées des quantités de lumière, c'est-à-dire aux amplitudes des oscillations, ces sensations sont proportionnelles aux efforts nécessaires pour écarter les molécules de l'éther (et celles des filets rétiniens) d'une demi-amplitude de part et d'autre de leur position d'équilibre. Ces efforts devront donc être comptés en kilogrammes (et non en kilogrammètres). »

M. C. **Morel** adresse, de Chagny (Saône-et-Loire), un Mémoire relatif au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. A. **Noury** adresse un Mémoire portant pour titre : « Nouvelle théorie des tremblements de terre ».

(Commissaires : MM. Daubrée, Fouqué.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Brooks, faites à l'observatoire d'Alger, au télescope de* $0^m,50$; par MM. **Trépied**, **Rambaud** et **Sy**. Communiquées par M. Mouchez.

Dates. 1887.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	✶ — ⋆. Ascension droite apparente.	✶ — ⋆. Déclinaison.	Nombre de compar.	Observ.
			m s	′ ″		
Août 29...	*a* W_2, n° 1077, 8^h.	8,9	+6.24,11	+12.06,5	10:10	T.
29...	*a* »	»	+6.29,09	+12.12,5	8:8	S.
31...	*b* $W_2 \frac{1}{2}(1517+1518)$, 8^h.	8,9	−2.44,09	− 6. 9,6	8:8	T.
31...	*b* » »	»	−2.41,06	− 6. 8,3	8:8	R.

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles.	Ascension droite moyenne pour 1887,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne pour 1887,0.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″	
a......	8.45.19,26	+0,11	+29.33.25,5	−7,9	W_2.
b......	9. 3.18,85	+0,07	+30. 0.57,7	−7,7	W_2.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1887.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Août 29....	15.39.01	8.51.43,48	$\bar{1},730_n$	+29.45.24,1	0,717
29....	16. 5.51	8.51.48,46	$\bar{1},736_n$	+29.45.30,1	0,681
31....	16. 6.43	9. 0.34,83	$\bar{1},737_n$	+29.54.40,4	0,680
31....	16.22.43	9. 0.37,86	$\bar{1},737_n$	+29.54.41,7	0,657

» Le noyau de la comète est assez brillant; son éclat est comparable à

celui d'une étoile de 10[e] grandeur. La nébulosité, d'une étendue d'environ 2′, n'est pas symétrique par rapport au noyau. Le noyau passe un peu après le centre de la nébulosité, et se trouve un peu plus austral que ce centre. »

ASTRONOMIE. — *Positions de la nouvelle comète Brooks* (☄ *24 août* 1887), *mesurées à l'observatoire de Besançon*. Note de M. GRUEY.

« Les positions approchées des 24 et 27 août, transmises de Phelps et Strasbourg par l'observatoire de Paris, nous ont permis, à la faveur de quelques rares éclaircies, d'observer l'astre nouveau à l'équatorial de 8 pouces, avec un microscope à gros fils non éclairés et un grossissement de 50 fois. Voici les trois positions que nous avons obtenues, les 29, 30 août et 1[er] septembre, avec l'assistance de M. Hérique, aide chronométrier.

Observations équatoriales.

Dates 1887.	Étoiles comparées.	Grandeurs.	Ascension droite ☄ — ✱.	Déclinaison ☄ — ✱.	Nombre de comparaisons.	Observ.
			m s	′ ″		
Août 29....	*a*	9	+1.29,13	+6.42,1	7.8	Gruey
30....	*b*	9	+0. 6,59	+1. 5,1	15.17	Id.
Sept. 1....	*c*	8.9	+1.38,54	−2.26,1	15.12	Id.

Positions des étoiles comparées.

Dates 1887.	Étoiles comparées.	Ascension droite moyenne 1887,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1887,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Août 29.	*a*	8.50.17,73	+0,09	29.38.52,4	−7,8	Arg. t. VI, n° 1847
30.	*b*	8.55.53,95	+0,08	29.49.10,5	−7,8	Weisse$_2$, H. VIII, n° 1321
Sept. 1.	*c*	9. 3.18,77	+0,09	30. 0.57,9	−7,9	Weisse$_2$, H. VIII, n° 1517

Positions apparentes de la comète.

Dates 1887.	Temps moyen de Besançon.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Août 29......	16. 7. 6	8.51.46,95	$\bar{1}$,664.*n*	+29.45.26,7	0,762
30......	15.23.54	8.56. 0,62	$\bar{1}$,652.*n*	+29.50. 7,8	0,801
Sept. 1......	15,59.43	9. 4.57,40	$\bar{1}$,664.*n*	+26.58.23,9	0,768

» *Remarque.* — Au centre d'un disque chevelu, sensiblement circulaire, dont le diamètre apparent est de 30″ environ, la comète présente un petit noyau, pareil à une étoile de 10ᵉ à 12ᵉ grandeur. »

ASTRONOMIE. — *Observation de la comète Brooks* (24 *août* 1887), *faite à l'équatorial de* 6 *pouces* (*Brunner*) *de l'observatoire de Lyon;* par M. **Le Cadet**. (Présenté par M. Mouchez).

Date. 1887.	Temps moyen de Lyon.	$\Delta\alpha$.	$\Delta\delta$.	✶⋞. Nombre de compar.	α appar.	Log. fact. parall.	δ appar.	Log. fact. parall.
Août 30..	$15^h 43^m 52^s$	$+0^m 11^s,36$	$+1' 10'',5$	15:10	$8^h 56^m 5^s,48$	$9,672_n$	$+29° 50' 13'',1$	0,775

Position de l'étoile de comparaison.

Grandeur.	α moy. 1887,0.	Réduction au jour.	δ moy. 1887,0.	Réduction au jour.	Autorité.
8,5	$8^h 55^m 54^s,04$	$+0^s,08$	$+29° 49' 10'',4$	$-7'',8$	Weisse (8^h — 1321).

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Formules différentielles pour la variation des éléments d'une orbite.* Note de M. **R. Radau**.

« Pour corriger un système d'éléments provisoire, il sera souvent préférable de recourir à des équations de condition, fournies par une éphéméride, plutôt que de répéter le calcul direct des éléments. Ce qui rend cette méthode un peu laborieuse, c'est que les équations renferment, en général, six inconnues (cinq s'il s'agit d'une parabole). Je me propose de montrer (comme j'en ai déjà fait la remarque à une autre occasion) qu'il est possible de donner à ces équations une forme où le nombre des inconnues se trouve diminué, sans qu'il en résulte une complication dans le calcul des coefficients.

» En faisant varier les éléments d'une orbite, on produit un déplacement de l'astre, qui pourra être tour à tour représenté par les projections suivantes :

» 1° Par les projections dr, $r\,dw$, $r\,dn$ sur trois axes que nous désignerons par les lettres r, w, n, et qui sont : le rayon vecteur r, un vecteur perpendiculaire à r et la normale à l'orbite. On aura d'ailleurs, u étant l'argument de la latitude,

$$dw = du + \cos i\, d\Omega, \qquad dn = \sin u\, di - \cos u \sin i\, d\Omega;$$

» 2° Par les trois projections $d\Delta$, $\Delta\, d\lambda$, $\Delta \cos\lambda\, d\mathcal{L}$, où Δ, λ, $\mathcal{L}$ sont la distance, la latitude et la longitude géocentriques; les trois axes sont ici les droites Δ, M, E, dont l'une (E) est parallèle à l'écliptique. En projetant dr, $r\,d\varpi$, $r\,dn$ sur les axes E, M, Δ, et en désignant par F, G, H les angles $(n\mathrm{E})$, $(n\mathrm{M})$, $(n\Delta)$, ou les inclinaisons de l'orbite sur les plans coordonnés du second système, par f, g, h les distances de ses intersections avec ces plans au nœud ☊, on obtiendrait trois relations de la forme

$$\begin{aligned}\Delta \cos\lambda\, d\mathcal{L} &= \cos(n\mathrm{E})\, r\,dn + \cos(\varpi\mathrm{E})\, r\,d\varpi + \cos(r\mathrm{E})\, dr\\ &= \cos\mathrm{F}\,.\,r\,dn + \sin\mathrm{F}\cos(f+u)\, r\,d\varpi + \sin\mathrm{F}\sin(f+u)\, dr,\end{aligned}$$

dont deux seraient des équations de condition entre les erreurs $d\mathcal{L}$, $d\lambda$, et les corrections des éléments, contenues dans les variations dn, $d\varpi$, dr. On aurait ainsi un système analogue à celui qu'a proposé M. Schœnfeld. Mais on peut obtenir des équations où ne figurent que deux de ces variations, en prenant pour axe de projection l'intersection d'un des plans $r\varpi$, ϖn, nr avec le plan EM. En projetant, par exemple, sur l'intersection N de l'orbite $r\varpi$ avec EM, et posant, pour abréger,

$$\delta\mathcal{L} = \frac{\Delta}{r}\cos\lambda\, d\mathcal{L}, \qquad \delta\lambda = \frac{\Delta}{r}\, d\lambda,$$

on trouve

$$\cos(\mathrm{EN})\,\delta\mathcal{L} + \sin(\mathrm{EN})\,\delta\lambda = \sin(r\mathrm{N})\, d\varpi + \cos(r\mathrm{N})\, dlr.$$

» Ces relations peuvent s'écrire sous la forme suivante, où dlr signifie $\frac{dr}{r}$:

$$\begin{aligned}&\cos\mathrm{G}\,\delta\mathcal{L} - \cos\mathrm{F}\,\delta\lambda\\ &\quad = \sin\mathrm{H}\sin(h+u)\, d\varpi - \sin\mathrm{H}\cos(h+u)\, dlr,\\ &-\sin\mathrm{G}\cos(g+u)\,\delta\mathcal{L} + \sin\mathrm{F}\cos(f+u)\,\delta\lambda\\ &\quad = \sin\mathrm{H}\sin(h+u)\, dn - \cos\mathrm{H}\, dlr,\\ &\sin\mathrm{G}\sin(g+u)\,\delta\mathcal{L} - \sin\mathrm{F}\sin(f+u)\,\delta\lambda\\ &\quad = \sin\mathrm{H}\cos(h+u)\, dn - \cos\mathrm{H}\, d\varpi.\end{aligned}$$

» Comme on l'a vu, dn renferme di et d☊. Si nous désignons par v l'anomalie vraie, par ω la distance du périhélie au nœud, nous avons

$$d\varpi = dv + d\omega + \cos i\, d☊ = dv + d\sigma,$$

et $d\sigma = d\omega + \cos\iota\, d\Omega$ représente une troisième inconnue. Enfin, dv et dr dépendent des autres éléments; dans le cas d'une orbite parabolique, il n'y entre que les deux inconnues dq, $d\mathrm{T}$. Dans ce cas, la première équation ne contient que trois inconnues ($d\sigma, dq, d\mathrm{T}$), et elle permet de les déterminer à l'aide des trois observations suffisamment espacées. On peut la mettre sous cette forme

$$\begin{aligned}&\frac{\cos G}{\sin H}\delta\mathfrak{L} - \frac{\cos F}{\sin H}\delta\lambda\\ &\quad = \sin(h+u)\,d\sigma - \sin(h+u-\tfrac{1}{2}v)\cos^3\tfrac{1}{2}v\,.\,\mu\, d\mathrm{T}\\ &\qquad - [\cos(h+u-\tfrac{1}{2}v) + \sin(h+u-\tfrac{1}{2}v)\sin v]\cos\tfrac{1}{2}v\,.\,\varkappa\, d\log q.\end{aligned}$$

où $\mu = \frac{k\sqrt{2}}{\sin 1''}q^{-\frac{3}{2}}$, et $\varkappa = \frac{2,3026}{\sin 1''}$, en exprimant les corrections des angles en secondes et T en jours. Connaissant $d\sigma$, dq, $d\mathrm{T}$, on connaît aussi les variations dw, dr, et les deux dernières équations ne renferment plus, dès lors, que les deux inconnues di, $d\Omega$, contenues dans dn; pour les déterminer, il suffit de former l'une ou l'autre de ces équations pour deux observations, en remplaçant dn par son expression en fonction de di et $d\Omega$. On aura, enfin, $d\omega$ par $d\sigma$ et $d\Omega$.

» Les angles auxiliaires F, G, H, f, g, h sont donnés par les formules suivantes :

$$\begin{aligned}&\cos F = -\sin i\cos(\mathfrak{L}-\Omega), &&\tan\lambda_0 = \tan i\sin(\mathfrak{L}-\Omega),\\ &\cos G = \sin F\cos(\lambda-\lambda_0), &&\cos H = \sin F\sin(\lambda-\lambda_0),\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\cos F\tan f &= \tan\lambda_0,\\ \cos F\tan(g-f) &= \tan(\lambda-\lambda_0),\\ \cos F\tan(h-f) &= -\cot(\lambda-\lambda_0).\ \text{»}\end{aligned}$$

GÉOMÉTRIE. — *Sur l'application des surfaces.* Note de M. E. COMBESCURE.

« On sait que le problème dont il s'agit dépend généralement de l'intégration d'une équation aux dérivées partielles du second ordre, à deux variables indépendantes, rentrant dans la classe des équations étudiées par Monge, Ampère et d'autres géomètres. Or je viens d'établir que le problème de l'*application* des surfaces peut, par un choix particulier des variables, se ramener à l'intégration d'une équation aux dérivées partielles du second ordre et à deux variables indépendantes, dans laquelle les dé-

rivées du second ordre entrent sous forme linéaire seulement. J'établis cette proposition, que je ne crois pas sans importance, en faisant intervenir le groupe d'équations aux *rotations*, savoir

$$\left\{\begin{aligned}&\frac{\partial p}{\partial\beta}-\frac{\partial p_1}{\partial\alpha}+rq_1-qr_1=0,\\&\frac{\partial q}{\partial\beta}-\frac{\partial q_1}{\partial\alpha}+pr_1-rp_1=0,\\&\frac{\partial r}{\partial\beta}-\frac{\partial r_1}{\partial\alpha}+qp_1-pq_1=0,\end{aligned}\right.$$

qui font partie d'un Mémoire envoyé par moi à l'Académie, en juin 1864, ainsi que la question de la détermination du *cosinus* quand les rotations sont connues.

» Je traite ensuite le problème, en quelque sorte inverse, où il s'agit de trouver tous les groupes de surfaces applicables, correspondant à un système de rotations donné. Je fais dépendre la solution de ce nouveau problème de l'intégration d'une équation aux dérivées partielles du second ordre, à deux variables indépendantes, et complètement linéaire, par rapport à la fonction et aux dérivées du premier et du second ordre. »

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Théorème relatif au jeu de loto.* Note de M. **Émile Barbier.**

« Un sac de boules pour le jeu de loto renferme 90 boules : pointons légèrement un certain nombre de ces boules, 7 par exemple. On va extraire une à une les boules du sac.

» Dès la première leçon de probabilités, on sait dire que la probabilité que, en tirant une boule du sac, on sera tombé sur une boule pointée, est $\frac{7}{90}$.

» Cette même fraction $\frac{7}{90}$ exprime, quel que soit k, la probabilité que la boule pointée qui, pour la première fois, rendra le nombre des boules pointées tirées au moins égal à la $d^{\text{ième}}$ partie du nombre total des boules tirées, sortira à un rang $k+$ multiple de d.

» Les nombres pris pour exemple, 90 et 7, peuvent être remplacés par d'autres, pourvu que d fois le nombre des boules pointées ne dépasse pas le nombre total des boules; la proposition est rigoureusement vraie pour deux nombres quelconques. »

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Solution directe du problème résolu par M.* Bertrand. Note de M. **Désiré André**.

« On suppose que deux candidats A et B soient soumis à un scrutin de ballottage. Le nombre des votants est $\alpha + \beta$. A obtient α suffrages et est élu, B en obtient β. On demande la probabilité pour que, pendant le dépouillement du scrutin, le nombre des voix de A ne cesse pas une seule fois de surpasser celles de son concurrent.

» Le nombre des événements *possibles* est évidemment celui des permutations que l'on peut former avec α lettres A et β lettres B.

» Appelons $Q_{\alpha,\beta}$ le nombre des événements *défavorables*. Les permutations qui leur correspondent sont de deux sortes : celles qui commencent par B, celles qui commencent par A.

» Les permutations défavorables commençant par B sont en nombre égal au nombre des permutations que l'on peut former avec α lettres A et $\beta - 1$ lettres B, car il suffit évidemment d'y supprimer la lettre initiale B pour obtenir ces dernières.

» Les permutations défavorables commençant par A sont en même nombre que les précédentes, car on peut, par une règle simple, les associer, chacune à chacune, aux permutations formées avec α lettres A et $\beta - 1$ lettres B.

» Cette règle se compose de deux parties :

» 1° Étant donnée une permutation défavorable commençant par A, on y supprime la première lettre B qui enfreint la loi du problème, puis on échange entre eux les deux groupes séparés par cette lettre : on obtient ainsi une permutation, parfaitement déterminée, de α lettres A et $\beta - 1$ lettres B. Soit, par exemple, la permutation défavorable AABBABAA, de cinq lettres A et de trois lettres B; en supprimant le premier B qui enfreint la loi, on sépare les deux groupes AAB, ABAA; en échangeant ces groupes entre eux, on obtient la permutation ABAAAAB, formée de cinq lettres A et deux lettres B.

» 2° Étant donnée une permutation quelconque de α lettres A et $\beta - 1$ lettres B, on la parcourt, de droite à gauche, jusqu'à ce qu'on obtienne un groupe où le nombre des A dépasse d'une unité celui des B; on considère ce groupe et celui que forment les lettres placées à sa gauche; on intervertit ces deux groupes, en plaçant entre eux une lettre B : on forme ainsi

une permutation défavorable commençant par A et parfaitement déterminée. Soit, par exemple, la permutation ABAAAAB; en opérant comme on vient de le dire, on la partage en deux groupes ABAA, AAB; en intervertissant ces groupes et plaçant entre eux une lettre B, on forme la permutation défavorable AABBABAA.

» Il résulte de tout ce qui précède que le nombre total des événements défavorables est le double du nombre des permutations que l'on peut former avec α lettres A et $\beta - 1$ lettres B; c'est-à-dire que

$$Q_{\alpha,\beta} = 2\frac{(\alpha+\beta-1)!}{\alpha!(\beta-1)!}.$$

» Si l'on désigne par $P_{\alpha,\beta}$ le nombre des événements favorables, on a donc

$$P_{\alpha,\beta} = \frac{(\alpha+\beta)!}{\alpha!\,\beta!} - 2\frac{(\alpha+\beta-1)!}{\alpha!\,(\beta-1)!},$$

ou bien

$$P_{\alpha,\beta} = \frac{(\alpha+\beta-1)!}{\alpha!\,\beta!}(\alpha-\beta).$$

» Par suite, la probabilité demandée est

$$\frac{\alpha-\beta}{\alpha+\beta}. \text{ »}$$

M. **M.-E. Roger** adresse une autre démonstration de la formule donnée par M. Bertrand.

M. **Bertrand** présente, à propos de ces diverses Notes, les observations suivantes :

« La réponse élégante faite par M. André à la question que j'avais proposée, et le théorème remarquable par lequel M. Émile Barbier généralise celui que j'avais donné me fournissent l'occasion de revenir sur ce théorème lui-même.

» Proposé comme exercice curieux de calcul et de raisonnement, il a, en réalité, une plus haute portée. Il se rattache à la question importante de la durée du jeu, traitée par Huygens, Moivre, Laplace, Lagrange et Ampère.

» Le problème est celui-ci :

» *Un joueur expose à un jeu de hasard la $n^{ième}$ partie de sa fortune et renouvelle l'épreuve indéfiniment. Quelle est la probabilité pour qu'il se ruine et que la $2\mu + n^{ième}$ partie jouée lui enlève son dernier écu.*

» Il faut évidemment que le nombre des parties perdues soit $\mu + n$, et celui des parties gagnées égal à μ seulement, mais cela ne suffit pas. Il faut encore que, dans la série des $2\mu + n$ parties, on n'ait pas rencontré une seule fois l'excès égal à n que nous avons supposé à la fin; on doit, dans le compte du nombre de combinaisons qui sert de numérateur à la probabilité, retrancher toutes celles qui présentent ce caractère et qui, par conséquent, si l'on compte à partir de la fin, en appelant les pertes et les gains dans l'ordre où ils se présentent, donnent au moins une fois l'égalité entre les deux nombres. Le nombre des combinaisons qu'il faut retrancher est, en vertu du théorème qui nous occupe, une fraction du nombre total égale à $\frac{n}{2\mu + n}$.

» La probabilité de la ruine au $2\mu + n^{\text{ième}}$ coup, et pas avant, est donc

$$\frac{n}{2\mu + n} \frac{\Gamma(2\mu + n + 1)}{\Gamma(\mu + n + 1)\Gamma(\mu + 1)} \left(\frac{1}{2}\right)^{2\mu+n}.$$

Si μ est un nombre assez grand pour que $e^{-\frac{n^2}{\mu}}$ puisse être confondu avec l'unité, on peut remplacer cette expression par la valeur approchée

$$\frac{n}{(2\mu + n)\sqrt{\frac{\pi}{2}(2\mu + n)}}.$$

La probabilité, pour que la ruine soit accomplie *avant* $2\mu + n$ coups, a pour valeur approchée

$$(1) \qquad 1 - n\sqrt{\frac{2}{\pi}} \frac{1}{\sqrt{2\mu + n}} = 1 - 0,797\sqrt{\frac{n^2}{2\mu + n}},$$

elle tend vers la certitude, mais lentement.

» Si un joueur possède cinquante louis et en expose un à chaque coup, il peut jouer 250 000 parties avant d'avoir une probabilité égale à 0,92 de se voir ruiné.

» Tout est pour le mieux. Si la probabilité calculée croissait trop rapi-

dement, un joueur prudent et bien instruit pourrait renverser les rôles, traiter le banquier comme un adversaire pauvre, que l'on peut ruiner promptement, et chaque jour lui gagner quelques louis sans courir de grands risques.

» La formule (1) montre que, pour avoir une grande probabilité de réussir, il faut que μ soit grand par rapport à n^2.

» Pour avoir une chance égale à 0,90 de gagner un seul louis au banquier, la formule indiquerait un nombre de parties égal à soixante-trois. »

M. **Ch.-V. Zenger** adresse une Note relative à une relation qui existerait entre les essaims périodiques d'étoiles filantes et la production des incendies dont la cause n'est pas connue.

Une statistique, portant sur plusieurs années, et dressée d'après les incendies mentionnés par les journaux, conduit M. Zenger aux conclusions suivantes :

« 1° Les incendies sans cause connue sont extrêmement fréquents aux époques des passages des essaims périodiques d'étoiles filantes; en joignant, sur la Carte, les points où ces incendies se sont produits, on obtient une ellipse plus ou moins régulière, représentant pour ainsi dire le cône de dispersion pendant la chute.

» 2° Ces incendies sont le plus ordinairement bornés aux bois, aux chaumières, greniers, granges, moulins et poudrières; mais on en signale aussi dans les villages et même dans les grandes villes.

» 3° A ces époques, les journaux donnent les causes de ces incendies comme étant tout à fait inconnues. Ce n'est qu'exceptionnellement qu'on soupçonne que le feu a été mis; mais il peut se faire que la présence accidentelle d'une personne, dans le voisinage du point où s'est produit un incendie, conduise à faire porter sur elle des soupçons, et ait même finalement comme conséquence une condamnation injuste. »

L'auteur donne, comme exemple, et à l'appui de la relation qu'il indique, un relevé détaillé de la période comprise entre le 1er et le 18 août 1887, période riche en violents orages, en chutes de météorites volumineuses, et en incendies.

Dans une seconde Note, M. Zenger revient sur la question des incendies, pendant la période solaire du 28 août 1887, et les rattache à des décharges lentes et invisibles de l'électricité cosmique accumulée dans l'atmosphère;

cette période est également remarquable par les tremblements de terre qui se sont produits.

M. **Thibaudeau** adresse une Note relative aux procédés à employer pour l'isolement des câbles destinés à la lumière électrique.

M. G. **Rappin** adresse une Note relative aux micro-organismes de la cavité buccale des animaux.

La séance est levée à 3 heures trois quarts. J. B.

ERRATA.

(Séance du 16 août 1887.)

Dans la Note de M. *Fokker*, sur les Hématocytes :

Page 354, ligne 16, *au lieu de* 25 pour 100, *lisez* 0,25 pour 100 (un quart pour 100).

Page 355, ligne 19, *au lieu de* après deux heures de digestion à 52°, *lisez* après deux jours de digestion à 52°.

(Séance du 29 août 1887.)

Dans la Note de M. *Émile Barbier*, sur un problème résolu par M. Bertrand :

Page 407, ligne 16, on doit supposer $\frac{\alpha}{\beta}$ égal à un nombre entier; sinon, on a une probabilité compliquée.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 SEPTEMBRE 1887.

PRÉSIDÉE PAR M. HERVÉ MANGON.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. J. **Bertrand**, à l'occasion de la publication d'un Ouvrage sur la Thermodynamique, dont il espère présenter un exemplaire à l'Académie dans la prochaine séance, donne les explications suivantes, sur le but qu'il s'est proposé :

« Galilée affirmait, il y a trois siècles, l'impossibilité de créer du travail. Les machines le transforment. Quiconque, disait-il, en espère autre chose, ne comprend rien à la Mécanique. Lorsque les étudiants de Padoue répétaient sur la foi du Maître : Jamais machine n'a créé de force! ils auraient pu, avec autant de raison, sonder à l'œil nu de leurs regards curieux, et décrire de confiance le champ lointain de sa lunette.

» Les principes et les lois de la Mécanique ne reposent nullement sur l'évidence. Dans le partage, autrefois célèbre, des vérités en nécessaires

et contingentes, la Mécanique appartient à la seconde classe. On peut, sans déraison, imaginer un monde où les machines produiraient de la force. Le mouvement perpétuel y serait possible. Il n'existe, *a priori*, aucune preuve qui l'interdise.

» J'ai connu un mécanicien dont l'esprit se refusait à imaginer une action sans réaction égale et contraire. L'aimant attirant le fer, il semblait fier de ne pas comprendre que le fer pût ne pas attirer l'aimant. Quelques-uns l'en admiraient. Mais aurait-il, quarante ans plus tôt, au début de ses profondes études, trouvé l'hypothèse contradictoire? Assurément non. La certitude, pour lui, avait précédé et créé l'évidence. Lorsque Ampère découvrit l'attraction des courants, on l'admira, c'était justice; on le déprécia, c'était inévitable. Quand on a su, disait l'un des détracteurs, que deux courants agissent sur un même aimant, n'était-il pas évident, dès lors, qu'ils agiraient l'un sur l'autre?

» Ampère cherchait à comprendre, quand Arago tira deux clefs de sa poche. Toutes deux, dit-il, attirent un aimant; elles ne s'attirent pas, cependant. La fausse évidence s'évanouit.

» Les principes de la Mécanique doivent être allégués avec précaution. Ils ont besoin de commentaires. Le principe des forces vives est de ce nombre. Il faut, pour avoir droit de l'appliquer, des conditions souvent passées sous silence dans des études faites trop rapidement.

» Un vieux professeur m'a raconté que, il y a cinquante ans environ, un étudiant, qui déjà se croyait un maître, avait choisi pour sujet de thèse, à la Faculté des Sciences de Paris, les applications du principe des forces vives. La démonstration du principe fut la première question qu'on lui adressa; il parut fort surpris. On ne peut pas, dit-il, démontrer un axiome. Les juges, fort surpris à leur tour, lui refusèrent le diplôme.

» L'étonnement serait moindre aujourd'hui. Un grand nombre de savants, instruits avec moins de peine et devenus intolérants, traiteraient volontiers d'ignorants ceux que de plus sérieuses études conduisent à faire des réserves.

» C'est sur le principe des forces vives que reposent les travaux admirés auxquels on a donné le nom, fort mal choisi, de *Théorie mécanique de la chaleur*.

» Le travail interne des molécules d'un corps ne dépend, dans une transformation quelconque, que de l'état initial et de l'état final. Telle est la base de la théorie. On allègue le principe des forces vives et l'on passe outre.

» Le principe des forces vives ne rend l'assertion évidente qu'à la condition de fermer les yeux à des difficultés très sérieuses.

» Les actions mutuelles des molécules doivent s'exercer suivant la droite qui les joint et dépendre de la seule distance. *A priori*, l'évidence est douteuse. La chaleur, dit-on, est un mouvement des molécules matérielles. L'idée est ancienne. Partout où se trouve une suffisante vitesse, disait Descartes, dans les parties des corps terrestres, il y a du feu. Sans disconvenir de l'assertion, est-il permis de voir dans ses conséquences une théorie de la chaleur ?

» Un corps chaud, par sa présence, échauffe les corps voisins. Il accroît donc la force vive de leurs molécules. Mais jamais on n'a vu un mouvement, par son seul voisinage, en influencer un autre ; il faut que des forces interviennent. D'où viennent ces forces ? La réponse n'est pas douteuse : les parties de l'éther, violemment agitées, comme dirait Descartes, sont la cause de l'action.

» Les molécules matérielles agissent donc sur l'éther et l'éther sur elles. Ces actions, dont on ignore la grandeur et la loi, interviennent dans tous les phénomènes ; elles semblent s'imposer dans les raisonnements. On ne les mentionne même pas. Le principe des forces vives suffit à tout.

» Ces forces remplissent-elles au moins les conditions sans lesquelles on ne peut l'appliquer ?

» Rien *a priori* ne le rend vraisemblable.

» Une bille d'ivoire tombe sur un sol de marbre, elle rebondit sans pouvoir remonter au-dessus du niveau primitif : le principe des forces vives l'interdit. La bille, en dépassant le point de départ, rendrait possible le mouvement perpétuel. L'argument semble sans réplique. Une pincée de dynamite étendue sur le lieu du choc démentirait cependant la théorie. Comment un théorème évident peut-il être en défaut ? C'est qu'après le choc, différence essentielle, le marbre demeure et la dynamite disparaît. Il est permis d'insister. De quel droit assimiler au marbre l'éther invisible et inconnu ? Pourquoi n'interviendrait-il pas, comme la dynamite dans le choc, pour porter ailleurs son énergie diminuée ? La quantité d'éther est infinie ; il n'est pas à craindre qu'il s'épuise.

» Les physiciens, depuis le commencement de ce siècle, pour reculer le terme des vérités acquises, ont rapproché leur horizon. Ils n'osent plus, prenant la Mécanique céleste pour modèle, exiger la démonstration de toutes les lois et en rattacher les perturbations à des forces dont il faut

trouver le détail. On peut, sans amoindrir la Science, abandonner, pour un temps, je l'espère, les régions périlleuses où la théorie restait éloignée des applications. Si de nouvelles formes de raisonnement ont excité tant d'admiration, c'est qu'elles se plient à la réalité et que les faits leur servent de contrôle et d'appui.

» A ce grand avantage s'associe une imperfection. Le nombre des conditions ne doit être, en Géométrie, ni plus grand ni plus petit que celui des inconnues. Une équation de trop rend la solution incorrecte; une équation de moins la laisse indéterminée.

» Les physiciens sont moins sévères. Toute vérité certaine peut devenir principe. Toute expérience bien faite peut résoudre un problème, et ils cessent de traiter une grandeur d'inconnue, dès que, par une voie quelconque, on est parvenu à la bien connaître.

» C'est confondre dans une même étude l'édifice et ses fondements.

» Celui qui, se plaçant au quatrième étage, se bornerait à étudier la charpente du toit, pénétrerait bien mal les secrets de la construction; et s'il se borne à dire : La base est solide, c'est un fait, je le prends pour point de départ; il sera dans son droit et se rapprochera de la méthode dont je parle.

» Supposons, pour ne pas quitter les théories mécaniques, que, avant d'étudier la théorie du pendule simple, on pose deux principes :

» 1° La durée des petites oscillations est toujours indépendante de leur amplitude : c'est une vérité constatée par l'expérience.

» 2° La vitesse acquise par un point pesant qui tombe, quelle que soit la route qu'on lui impose, est proportionnelle à la racine carrée de la hauteur de chute.

» Cette seconde vérité résulte des lois de la chute verticale et de l'impossibilité du mouvement perpétuel.

» Ces principes étant admis, et personne ne peut les révoquer en doute, en comparant deux pendules écartés du même angle, dont les longueurs sont dans le rapport de 1 à 4, on verra immédiatement que les temps nécessaires au parcours de deux arcs homologues sont dans le rapport de 1 à 2. Les oscillations du petit pendule sont donc deux fois plus rapides, et le raisonnement généralisé montrera que la durée de l'oscillation est proportionnelle à la racine carrée de la longueur. Il suffira de mesurer la durée dans un seul cas. La théorie permettra de former pour tous les autres une Table numérique. L'expérience la confirmera.

» Si le raisonnement précédent et la Table que l'on en peut déduire se

rencontraient dans un livre écrit il y a trois siècles, dans les Œuvres de Galilée par exemple, on y verrait aujourd'hui, à côté de la pénétration du grand physicien, la marque d'une science imparfaite. Si cependant, en présence d'une telle application, un contemporain avait osé dire : Tout cela est admirable et exact, mais la théorie du pendule reste à faire, on l'aurait accusé de repousser de la Physique l'emploi des vérités de fait. Il ne faut pas les repousser, mais en réduire le nombre au minimum. Qu'importe le nombre, dira-t-on peut-être, si celles que l'on admet sont certaines? Il importe beaucoup : le principe poussé à l'extrême supprimerait toute théorie.

» Nous admettons aujourd'hui comme un fait qu'un corps chaud échauffe les corps voisins en se refroidissant lui-même ; que la chaleur, à une température qui dépend de la pression, évapore un liquide et ne l'échauffe plus. Il appartiendrait cependant à la théorie de prévoir ces faits, à l'expérience de les confirmer.

» La haute importance des méthodes nouvelles n'est pas contestée : loin de là, c'est contre une admiration sans réserve qu'il importe de se tenir en garde. Il faut tolérer les nuages, qui portent ombre, mais aimer la lumière et la chercher toujours.

» On trouvera dans ce Livre plus d'un raisonnement dont l'exactitude et la netteté, comme dans la théorie proposée plus haut pour le pendule, n'empêchent pas l'imperfection. Je me suis efforcé de n'en admettre aucun qui puisse rappeler une anecdote dont la vraisemblance est certaine.

» Un calorifère brûle beaucoup de charbon. La maison, que cependant il chauffait très mal, s'écroule tout à coup. Que s'est-il passé? L'explication est aisée, répond un philosophe, fier de pouvoir démontrer en quelques minutes tous les principes de la Physique : « La force est immuable. La chaleur qui n'échauffait pas s'est transformée en travail. La chute de la muraille confirme la théorie. Il n'y a pas d'autre cause à chercher. » On cherche cependant, et l'on découvre quelques barres de fer qui, dilatées par les conduits du calorifère, ont dérangé les pierres du mur écroulé. Le philosophe triomphe. La chaleur, il l'avait bien dit, s'est transformée en travail. Mais, dans l'explication, les barres de fer, ne lui en déplaise, auraient mérité une mention.

» J'ai réuni dans ce Livre le résumé de Leçons faites au Collège de France. Les lignes qu'on vient de lire montrent dans quel esprit j'ai entrepris cet enseignement. On verra ce qu'une année de travail assidu a ajouté

à ma pensée première. J'ai étudié avec soin toutes les théories que j'avais à exposer, mais je n'ai cherché à rendre clair que ce qui l'était à mes yeux. Telle est la cause des lacunes qui subsistent.

» Si j'ai groupé les explications principales autour de trois noms dont le temps a consacré la gloire : Sadi Carnot, Mayer et Clausius, je n'ai pas voulu, dans une œuvre récente encore, chercher la tâche et faire la part de chacun. Les meilleurs juges sont divisés avec passion. L'omission de certains noms sur lesquels on ne se partage pas, celui de sir William Thomson particulièrement, montre suffisamment ce parti pris de ne pas écrire l'histoire de la théorie nouvelle. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur la morphologie des muscles.* Note de M. **Marey**.

« Il y a deux siècles, Borelli a fait voir que l'effort dont un muscle est capable est proportionnel à la section transversale de ses fibres rouges, tandis que l'étendue de son raccourcissement est proportionnelle à leur longueur. Aujourd'hui que la notion du travail mécanique est bien définie, on peut compléter la conclusion de Borelli en disant que le travail qu'un muscle peut produire est proportionnel au volume ou au poids de sa fibre rouge, tandis que les deux facteurs de ce travail, l'effort et le chemin, sont proportionnels l'un à la section, l'autre à la longueur des faisceaux contractiles; le tendon n'est qu'un organe de transmission du travail.

» En 1873 (1), j'ai montré que l'anatomie comparée du système musculaire des mammifères et des oiseaux confirme entièrement cette loi et que partout éclate une harmonie parfaite entre la forme d'un muscle et les conditions dynamiques de son travail, de sorte que les variétés de forme qu'un même muscle présente chez les différents animaux sont toutes motivées par les exigences d'un type particulier de locomotion.

» Un problème se posait dès lors. Cette harmonie est-elle préétablie dans les plans de la nature, ou bien est-elle engendrée par la fonction elle-même? En d'autres termes, la forme du muscle se met-elle spontanément en harmonie avec les nécessités de sa fonction?

» J'inclinais vers cette conclusion pour des raisons diverses. Tout le monde sait que les exercices athlétiques font grossir les muscles en les

---

(1) *La Machine animale,* Chap. VIII, p. 99 et suiv. Paris, 1873.

rendant capables d'efforts plus énergiques; n'y aurait-il pas aussi des conditions où les muscles changent de longueur sous l'influence d'un changement survenu dans l'étendue de leur raccourcissement?

» Ces cas existent et j'ai cru les reconnaître dans les modifications de la longueur des tendons signalées par J. Guérin ([1]) à la suite de certaines ankyloses. Mais ce que J. Guérin considérait comme une dégénérescence pathologique des muscles qui devenaient fibreux était, pour moi, le résultat d'un travail physiologique par lequel un muscle dont les mouvements sont réduits par une ankylose partielle réduit spontanément la longueur de sa fibre rouge et n'en garde que ce qui est nécessaire à l'étendue actuelle de ses mouvements. J'interprétais de même l'allongement des tendons et le raccourcissement de la fibre rouge chez les vieillards, dont les mouvements perdent graduellement de leur étendue. Enfin j'appelais l'attention des expérimentateurs sur ce point de physiologie, persuadé qu'il était possible d'accroître ou de diminuer la longueur des fibres rouges d'un muscle en augmentant ou en diminuant l'étendue des mouvements qu'elles peuvent exécuter.

» Dix ans plus tard, parut en Allemagne un très remarquable travail du Dr Wilhelm Roux ([2]) sur la morphologie des muscles. L'auteur conclut aussi à la régulation spontanée des muscles sous des influences physiologiques (irritation fonctionnelle amenant des phénomènes trophiques). Il cite à l'appui de cette théorie les modifications qu'on observe sur la longueur des fibres rouges du muscle *carré pronateur* suivant l'étendue que présentent les mouvements de rotation du radius autour du cubitus. La valeur angulaire de ces mouvements variait sur les cadavres examinés de 12° à 187°; or la longueur des fibres du muscle *carré pronateur* variait suivant le même rapport.

» Dans mes Cours au Collège de France, je revins, l'année dernière, sur les lois de la Morphologie musculaire et, comparant la forme des muscles gastrocnémiens dans la race blanche avec ceux du nègre, je trouvai un nouvel exemple d'harmonie entre la forme des muscles et les conditions de leur travail ([3]).

» On dit que certains nègres n'ont pas de mollets; or l'anatomie montre que leurs muscles gastrocnémiens sont longs et minces, se prolongeant

---

([1]) *Essai de Physiologie générale*. Paris, 1868.

([2]) W. Roux, *Beiträge zur Morphologie der functionnellen Anpassung* (Separat-Abdruck aus der *Zeitschrift für Naturwissenschaften*, XVI, N.F., IX Bd.). Iéna, 1883.

([3]) Voir *Revue scientifique* du 3 juillet 1886.

en bas aux dépens du tendon d'Achille, au lieu de former, comme chez le blanc, une masse volumineuse en haut de la jambe. Le nègre possède, toutefois, une aptitude incontestable à la marche; ses muscles gastrocnémiens, s'ils ont peu de développement transversal et, par conséquent, peu de force, doivent avoir des mouvements très étendus. Ils pourront faire, dès lors, le même travail que des muscles plus gros, mais dont les mouvements seraient plus bornés. S'il en est ainsi, les gastrocnémiens du

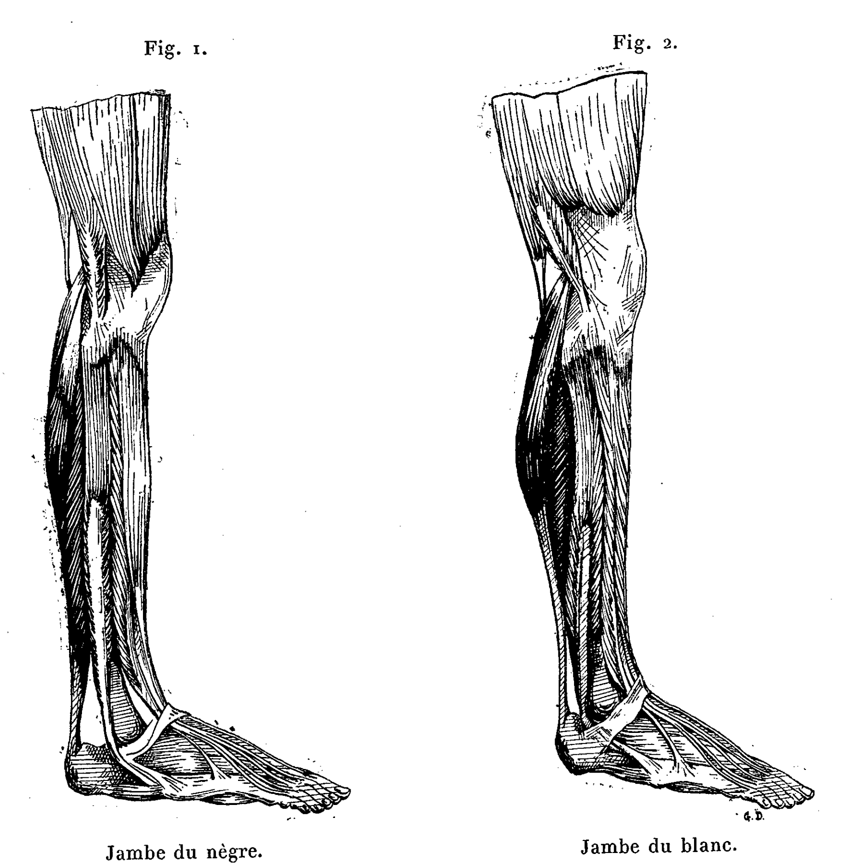


Fig. 1. Jambe du nègre.

Fig. 2. Jambe du blanc.

nègre doivent agir sur un bras de levier plus long que ceux du blanc; le calcanéum du nègre doit donc être plus long que celui du blanc. Je vérifiai cette prévision sur les squelettes du Musée de la Société d'Anthropologie et trouvai que la longueur moyenne du calcanéum du nègre, mesurée du centre du mouvement articulaire à l'attache du tendon, est à celle du blanc comme 7 est à 5. Les *fig.* 1 et 2 montrent bien ces différences dans la longueur des gastrocnémiens et dans celle des calcanéum.

» Je résolus dès lors de provoquer expérimentalement sur des animaux des modifications dans la longueur des muscles en changeant les bras de levier auxquels ces muscles s'insèrent. Ma conviction était assez arrêtée pour que je n'aie pas hésité à prédire les résultats que je devais obtenir.

» Les vastes terrains que la Ville de Paris a affectés à la Station physiologique me permettent d'y élever en liberté des animaux dont la locomotion ne soit point entravée. Sur des chevreaux et des lapins, je réséquai le calcanéum, de manière à réduire de moitié environ le bras de levier des muscles postérieurs de la jambe. M. le Dr Quénu voulut bien pratiquer ces opérations par la méthode antiseptique, ce qui assura la cicatrisation immédiate. Je possède aujourd'hui des lapins opérés depuis plus d'un an; l'un d'eux vient d'être sacrifié et les muscles de ses membres postérieurs disséqués ont été comparés à ceux d'un lapin normal servant de *témoin*.

» Les *fig.* 3 et 4 montrent clairement que les changements prévus se

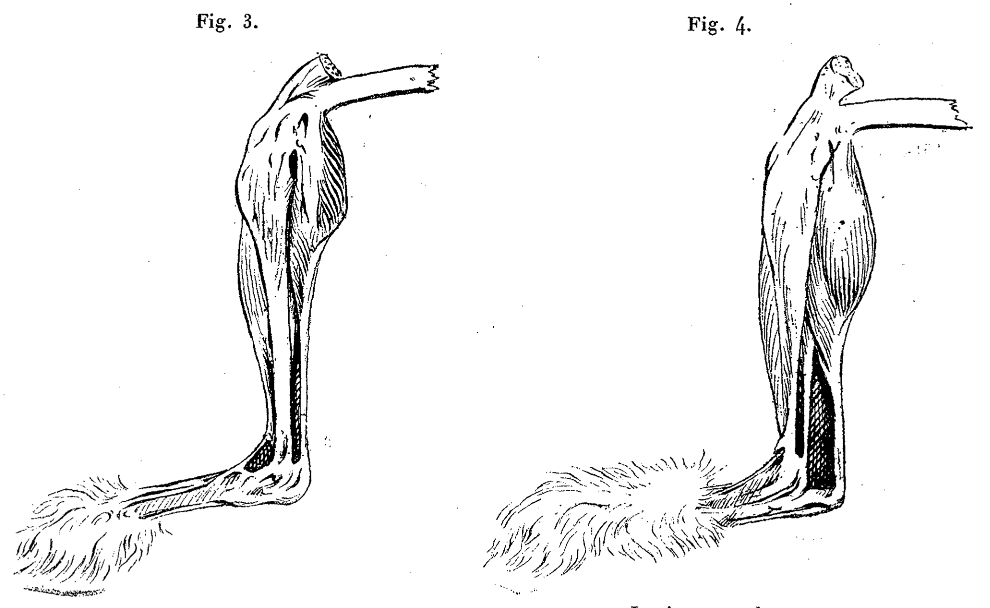


Fig. 3. Lapin au calcanéum réséqué.

Fig. 4. Lapin normal.

sont accomplis. Sur le lapin normal, les faisceaux et leur tendon ont à peu près la même longueur; sur le lapin dont le calcanéum est réséqué, la longueur des muscles n'est guère que la moitié de celle du tendon.

» Voici les mesures obtenues dans cette comparaison :

	Lapin	
	opéré.	normal.
Longueur des muscles..........	27mm	37mm
Longueur des tendons..........	50mm	36mm

» L'opération a été variée de diverses manières : j'ai cherché, par exemple, à réduire les mouvements en détachant les tendons du calcanéum sur lequel ils se réfléchissent en y contractant des adhérences, puis en luxant latéralement ces tendons. Le résultat a été le même que celui de la résection, au point de vue des changements produits dans la longueur des muscles. Il devait en être ainsi, puisque, dans les deux cas, le bras de levier de la force du muscle était diminué.

» D'autres résultats que je ne cherchais pas se sont encore produits : ainsi une atrophie partielle des os du membre, des changements de forme et de volume des fléchisseurs du pied, etc. Ces changements méritent d'être étudiés avec soin, car ils semblent aussi devoir éclairer les lois de la Morphologie.

» Je me borne aujourd'hui à annoncer que l'expérience a vérifié mes prévisions; ce succès entraînera, je l'espère, la conviction des physiologistes, et d'autres expérimentateurs continueront ces recherches ([1]).

» Qu'il me soit permis d'insister sur la portée de la Morphologie expérimentale. Les théories transformistes attendent encore leur démonstration. Pour prouver qu'un organe se met en harmonie avec les conditions dans lesquelles il fonctionne, il faut d'abord connaître les relations qui existent entre la forme de cet organe et les caractères de sa fonction. Ce rapport semble maintenant bien défini en ce qui concerne le muscle; c'est donc sur le muscle que les expériences devront porter. Il reste un pas à franchir, c'est de provoquer des variations de la forme musculaire en changeant les conditions extérieures de la locomotion, et sans que l'intervention chirurgicale modifie les relations anatomiques des organes. Il

([1]) Comme il est très difficile de déterminer sur les muscles penniformes la longueur propre des faisceaux musculaires, il pourrait rester un doute sur la réalité de leur raccourcissement dans l'expérience que nous venons de faire. Nous nous proposons, sur un lapin opéré l'an dernier, de rechercher le degré de raccourcissement qu'éprouvent les muscles postérieurs de la jambe lorsqu'on les soumet à une excitation électrique et de comparer ce raccourcissement à celui des muscles normaux.

faudra voir enfin si l'hérédité fixe, dans certaines limites, les modifications qui seront ainsi obtenues. »

MÉDECINE. — *Invasions, degrés et formes diverses de la peste au Caucase, en Perse, en Russie et en Turquie depuis* 1835; par M. **J.-D. Tholozan**.

« La dernière Communication que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie au sujet des invasions de la peste date de 1882. Depuis lors, de nouveaux foyers se sont produits en Perse et en Mésopotamie, quelques faits qui n'étaient pas connus ont été relevés; aussi, il m'a paru opportun de résumer toutes ces indications et de les rapprocher des données analogues qui ont été recueillies au Caucase, en Russie et en Turquie. Les personnes qui prennent intérêt à ces études pourront avoir ainsi une vue d'ensemble exacte du phénomène pathogénique dont il s'agit. Cette question touche du reste, je n'ai pas besoin de le faire observer, à celle de la réapparition des maladies éteintes et à un problème de prophylaxie internationale des plus importants.

» La peste, comme le choléra, comme les maladies infectieuses, procède toujours par des périodes d'activité suivies de temps de repos plus ou moins longs. Après la grande épidémie de peste de 1830-35, il y eut en Perse et en Mésopotamie une accalmie à peu près complète de trente-cinq ans environ. Bien que l'Arménie et la Transcaucasie aient présenté des foyers considérables de peste jusqu'en 1843, la Perse, malgré l'absence complète de quarantaines, demeura indemne. Elle ne fut atteinte pendant ces huit années menaçantes que dans le petit village de Djarah, du district de Khosrova, à l'est du lac d'Ourmiah. Ensuite, la peste disparaît de partout On dit qu'on l'a éteinte dans ses foyers, quoique aucune mesure sérieuse n'ait été prise. On ne la retrouve plus, si ce n'est en 1854 dans un petit hameau tartare, près d'Elisabethpol, dans la Transcaucasie.

» En 1856, c'est-à-dire vingt années après l'extinction de l'épidémie de 1830-35, la peste se montre de nouveau en Mésopotamie, mais sous forme légère et peu caractérisée. Pendant onze années presque consécutives, ces apparitions d'une maladie à peine ébauchée n'attirent pas l'attention. Il faut arriver, en 1867, à l'épidémie petite, mais bien marquée, du district de Hindieh sur l'Euphrate, pour avoir la démonstration positive de ce grand fait que la peste n'était pas morte et qu'elle sommeillait seulement.

» Les choses en étaient là quand, à la fin de 1870, la peste parut en

Perse au sud du lac d'Ourmiah; elle dura jusqu'en septembre 1871 et couvrit un espace de 110^{km} de long sur 15^{km} à 20^{km} de large, dans l'*interamnis* du Djagatou et du Tataou, cours d'eau qui se jettent au sud du lac d'Ourmiah. Ensuite, l'immunité complète revient, comme avant, dans cette zone.

» La peste avait donc ainsi disparu de nouveau, mais cette fois ce fut pour peu de temps.

» En 1874, sept années après l'invasion de Hindieh, la maladie se montre encore en Mésopotamie, aux environs de Divanieh, près de l'Euphrate. Cette épidémie fut autrement grave et étendue que celles que nous avons mentionnées et que nous mentionnerons ici. La mort avait lieu quelquefois en douze heures; les formes sidérantes, hémorragiques, pulmonaires et buboniques s'observèrent.

» L'année 1875 voit l'extension de l'épidémie vers le sud. En 1876, elle s'étend au nord jusqu'au delà de Bagdad; au sud, elle touche aux portes de Bassora, couvrant ainsi une aire de 376^{km} du nord-ouest au sud-est. Dans cette même année, le 15 mars, la Perse est atteinte au sud-ouest dans la ville de Chuster et au nord-est dans le village de Guermé, à 3^{km} de la petite ville de Djâdjerm, vers le milieu de la route de Téhéran à Méched. A la fin de cette année, la peste parut encore dans deux villages des environs de Chahroud, à 150^{km} au sud-ouest de Djâdjerm. Enfin, à la même époque, par une coïncidence des plus singulières, des cas de peste eurent aussi lieu à Bakou, sur la Caspienne.

» L'année 1877 vit l'éclosion et la fin de la peste de Recht : 2000 décès sur 24000 habitants. A Hamadan et aux environs, du mois de mai au mois d'octobre, on observa, dit-on, des bubons inguinaux et axillaires; il y eut 4 décès sur 60 cas. Enfin, en décembre, il y eut une explosion de peste pneumonique grave dans un petit village de la partie montagneuse du district de Djovein : 37 décès sur 300 habitants.

» Pendant la guerre turco-russe, dans les troupes du Caucase, il y eut des formes légères de peste. Vers la même époque, 1877-78, il paraîtrait que, sur le versant nord et au pied du Caucase, il y eut des cas de peste bubonique. Il est très probable aussi qu'en septembre 1877 la peste se montra dans une tribu nomade des environs de Hérat.

» De 1878 à 1880, pestes légères à Bagdad. Du 20 décembre 1877 au 1er mars 1878, le pays de Mukri, indemne depuis la fin de 1871, est de nouveau attaqué de peste bubonique, au village de Aghtchèheivan et dans deux ou trois hameaux voisins. En même temps, sur la frontière du Kurdistan et du district de Guerrous, au cœur de l'hiver, dans un pays montagneux très élevé et très froid, une dizaine de villages et de hameaux sont attaqués d'une peste grave, pneumonique et bubonique à la fois.

» De 1877 à 1879, à Astrakan et dans les villages voisins, peste bubonique très légère sans mortalité. D'octobre 1878 à février 1879, peste de Vétlianka, sur les bords du Volga, entre Astrakan et Tsaritzine, dans quelques villages de Cosaques et de pêcheurs. D'abord peste bubonique légère, puis peste pneumonique grave, rappelant la *mort noire*. En 1879, à Érivan et à Baiazid, il y eut, dit-on, une peste bubonique sans fièvre. Dans les premiers mois de 1879, il y eut, dit-on aussi, à Cazan la peste ébauchée. On a même prétendu que des faits analogues furent observés à Witepsk, à Tsaritzine, à

Odessa et à Varsovie. De 1879 à 1880, peste bubonique très légère et presque sans mortalité, à Khosrova, près du lac d'Ourmiah, et dans quelques villages voisins.

» A peine la peste est-elle éteinte en Mésopotamie qu'elle y reparaît avec une grande intensité et sous une forme grave, à Nédjef et aux environs, depuis l'automne de 1880 jusqu'en juillet 1881.

» En décembre 1881, une peste pneumo-bubonique grave règne dans deux villages du district de Djovein. Du 2 novembre au 28 décembre 1881, peste pulmonaire grave au village de Guerguer, situé à 60^{km} au sud de Schna, capitale du Kurdistan. De novembre 1881 à la fin de janvier 1882, peste pneumonique grave à Dehmansour, sur la rive gauche du Tataou, au sud de la mer d'Ourmiah. Du 20 février au 6 mai 1882, peste pulmonaire et bubonique à Ouzoun-Derrè, au voisinage de la localité précédente et de la ville de Sooudjeboulag. Dans l'été de 1882, peste bubonique à Rèvanser, petit district du Kurdistan. Du 1er décembre 1882 au 1er août 1883, peste dans deux villages du district de Djevnaroud, dans le Kurdistan méridional.

» En 1883, à Candahar, du 30 septembre à la fin de décembre, peste pulmonaire, dit-on, dont beaucoup de cas furent mortels en vingt-quatre heures. De février 1884 à juillet 1885, entre la rive gauche du Tigre et les montagnes de la Perse, un peu au sud de la latitude de Bagdad, peste bubonique. De novembre 1884 à février 1885, à 95^{km} au nord-est de Hamadan, dans trois ou quatre villages, peste sidérante, pulmonaire, bubonique. De la fin de 1884 à 1886, parmi les troupes russes casernées dans la citadelle du nouveau Merve, peste bubonique bénigne affectant une marche chronique. A Tauris, en mars et avril 1886, un médecin persan dit avoir observé des bubons sporadiques. Enfin, à Méched, vers la fin de la même année et le commencement de 1887, il y eut probablement aussi des bubons sporadiques presque sans fièvre.

» On voit par cet exposé que la peste, depuis sa réapparition en 1867 sur les bords de l'Euphrate, soit pendant les vingt dernières années, a pris une extension considérable. L'aire dans laquelle ont eu lieu la plupart des manifestations que nous venons de mentionner mesure en effet 1700^{km} de Bagdad à Merve, 1600^{km} de Bagdad à Hérat, 1760^{km} de Bassora à Astrakan. Mais on se ferait une très fausse idée de la situation pathologique de ces contrées, si l'on se figurait que la peste a été répandue sur toute cette surface. Elle n'a atteint que les points que nous avons mentionnés, points dont la surface est insignifiante par rapport au vaste espace où ils sont disséminés; elle s'y est cantonnée sans rayonner autour : singulière manière d'être d'une affection quelquefois si contagieuse et si envahissante. Ce n'est qu'en Mésopotamie, en 1874, 1875 et 1876, que la marche envahissante du fléau a été prononcée; elle le fut aussi un peu à Mukri au printemps de 1871, et en 1878 sur les confins du Kurdistan et du district de Guerrous, où, d'une part, dix-huit et, de l'autre, dix à douze villages furent successivement atteints. Partout ailleurs la maladie a été confinée dans un,

deux ou trois villages au plus, et ne s'est pas étendue aux environs souvent très peuplés. La peste de Recht offre sous ce rapport l'exemple le plus remarquable. Elle régna pendant douze à treize mois dans une ville dont les habitants émigrèrent librement aux villages voisins et elle ne se propagea nulle part, malgré l'absence de mesures prophylactiques et restrictives.

» La topographie des localités envahies varie beaucoup, depuis les plaines basses et souvent inondées de la Mésopotamie, du Guilan, du Volga, jusqu'aux plateaux élevés du Kurdistan. En Perse, deux villes seulement, Chustev et Recht, ont été atteintes de peste caractérisée; en Mésopotamie, on pourrait mentionner un nombre considérable de grands centres de population qui furent infectés. Le fléau y eut une certaine intensité, sans jamais revêtir cependant les caractères redoutables de certaines épidémies antérieures, telles que celles de 1831 et de 1773. Dans les petits villages persans, au contraire, sur lesquels j'ai pu recueillir moi-même les renseignements les plus précis, la maladie présenta souvent une mortalité excessive et un très grand développement local par rapport au petit nombre des habitants, C'est là surtout qu'on a observé les cas sidérants, les formes pulmonaires, hémorragiques, gangréneuses, asphyxiantes dès le début.

» Les épidémies que nous venons de signaler sont-elles menaçantes pour le monde et pour l'Europe en particulier? Je me bornerai à répéter à ce sujet ce que j'ai dit dans les Communications antérieures que l'Académie a eu la bienveillance d'écouter : dans la grande majorité des cas, les épidémies dont nous venons de parler ont été des épidémies autochtones, prenant naissance dans une ou deux maisons, s'étendant de là, par voie de contagion secondaire, aux autres familles du village, atteignant aussi quelquefois un ou deux villages voisins, ne sortant que très rarement de ces localités et ne s'étendant pas au loin.

» Dans les épidémies de la Perse que j'ai étudiées depuis dix-sept ans dans tous leurs détails, sur lesquelles j'ai fait ou j'ai fait faire un grand nombre d'enquêtes, je n'ai pas trouvé une seule preuve du transport de la maladie à de grandes distances. Je ne nie pas la possibilité de ce transport, je suis au contraire convaincu de son danger; mais, m'inclinant devant les faits très positifs dont j'ai été témoin, j'affirme que ce qui a dominé jusqu'à présent dans l'ère nouvelle de peste où nous sommes entrés, c'est l'origine autochtone, par centres ou foyers séparés. Cette doctrine, que je soutiens depuis longtemps, conduit à chercher dans les petites loca-

lités, dans quelques campements d'Arabes sur les bords marécageux de l'Euphrate, dans les villages kurdes ou turcs du nord de la Perse, comme à Bakou, comme à Recht, comme à Merve, ou à Astrakan, ou à Vétlianka même, les conditions du développement de la peste, comme on cherche et on trouve aujourd'hui celles de la fièvre typhoïde, par exemple, dans les localités où elle se développe. C'est là que le fléau est engendré, je ne dirai pas *ab ovo*, parce que les découvertes microscopiques si importantes des temps modernes nous montrent, dans un grand nombre de cas, le germe, le principe spécifique vivant et qu'on ne connaît encore rien de l'origine première de ces agents. Dans les localités où les faits dont je parle se sont passés, avec les moyens imparfaits d'observation dont j'ai pu disposer, j'ai dû me borner à faire reconnaître les manifestations symptomatiques visibles et palpables du fléau. Ce sont là jusqu'à présent les seuls faits d'ordre positif sur lesquels on peut raisonner, si l'on ne veut point risquer de se perdre dans le domaine de l'hypothèse. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M[me] **A. de Bompar** adresse une Note relative à un insecte destructeur du Phylloxera.

(Commissaires : MM. Pasteur, Duchartre, A. Milne-Edwards.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Discours prononcé par M. *Laussedat*, à un banquet offert aux délégués français, pendant les fêtes de l'inauguration de la statue de la Liberté, à New-York, en 1886.

2° Un « Traité clinique des fièvres larvées (fièvres de marais) » ; par M. le D[r] *Albert Tartanson*. (Présenté par M. Brown-Séquard.)

M. **Ch. Brame** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à une place vacante, dans la Section de Minéralogie.

(Renvoi à la Section de Minéralogie.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète d'Olbers* (1815, I), *à son retour de* 1887, *faites à l'équatorial de* $0^m,38$ *de l'observatoire de Bordeaux par MM.* G. Rayet *et* Courty. Note de M. **G. Rayet**, présentée par M. Mouchez.

Comète d'Olbers.

Dates 1887.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Étoiles de compar.	Observ.
	h m s	h m s		° ′ ″			
Sept. 8....	15.33.12,4	9.37. 2,96	$-\bar{1},678$	59.46.38,6	—0,787	*a*	G. R.
9....	16. 9.19,9	9.41.53,20	$-\bar{1},689$	59.46.38,6	—0,751	*b*	C.
10....	16.19.33,7	9.46.39,98	$-\bar{1},689$	59.47. 6,3	—0,741	*c*	G. R.

Position moyenne de l'étoile de comparaison pour 1887,0.

Étoile.	Autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′	″
a.	Weisse$_2$, H. IX, n° 828......	9.41. 5,43	+0,05	59.53.11,0	—14,85
b.	» »	9.41. 5,43	+0,07	59.53.11,0	—14,71
c.	» »	9.41. 5,43	+0,08	59.53.11,0	—14,60

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Brooks* (1887, *août* 24), *faites à l'observatoire de Nice avec l'équatorial de Gautier, de* $0^m,38$ *d'ouverture;* par M. **Charlois**. Transmises par M. Faye.

Dates 1887.	Étoiles.		Comète — ★ Δα.	Comète — ★ ΔⓅ.	Nombre de comp.
			m s	′ ″	
Août 29...	*a*	Weisse$_2$ 1077, H. VIII	+6.20,30	—12. 3,6	5
30...	*b*	Weisse$_2$ 1363, H. VIII	—1.34,05	— 7.20,4	5
31...	*b*	Weisse$_2$ 1363, H. VIII	+2.57,17	—11.50,1	5
Sept. 1...	*c*	Weisse$_2$ 1517-18, H. VIII	+1.38,22	+ 2.19,0	5
2...	*d*	B.B., t. VI, +30°, 1830	+3.28,68	— 4.51,5	5

Positions des étoiles.

Dates 1887.	Étoiles comparées.	Ascension droite moyenne 1887,0.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne 1887,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Août 29...	*a*	8.45.19,24	+0,11	60.26.34,6	+7,9	Weisse₂
30...	*b*	8.57.35,40	+0,08	60.17. 2,7	+7,7	Weisse₂
31...	*b*	8.57.35,40	+0,10	60.17. 2,7	+7,8	Weisse₂
Sept. 1...	*c*	9. 3.18,86	+0,09	59.59. 2,5	+7,9	Weisse₂
2...	*d*	9. 5.54,93	+0,11	60. 2.46,0	+8,0	B. B., t. VI

Positions apparentes de la comète.

Dates 1887.	Temps moyen de Nice.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Août 29.....	15.35.30	8.51.39,65	$\bar{1}$,695*n*	60.14.38,9	0,775*n*
30.....	15.32.39	8.56. 1,43	$\bar{1}$,687*n*	60. 9.50,0	0,778*n*
31.....	16.11.54	9. 0.32,67	$\bar{1}$,697*n*	60. 5.20,4	0,737*n*
Sept. 1.....	16. 2.17	9. 4.57,17	$\bar{1}$,696*n*	60. 1.29,4	0,747*n*
2.....	15.50.10	9. 9.23,72	$\bar{1}$,693*n*	59.58. 2,5	0,761*n*

» *Remarque.* — 1887, août 29. La comète a un noyau de 10ᵉ grandeur, entouré d'une nébulosité allongée dans l'angle de position de 304°. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le calcul approximatif d'une orbite parabolique.* Note de M. R. Radau, présentée par M. Tisserand.

« Parmi les méthodes qui servent à obtenir une première approximation de l'orbite d'une comète, la plus employée est toujours celle d'Olbers, dont le point de départ est l'expression du rapport de deux distances en fonction des latitudes et des longitudes observées ; l'équation de la corde, fondée sur le théorème de Lambert, fait ensuite connaître les distances elles-mêmes. Quand l'intervalle des observations est très petit, les différences qui entrent dans ces formules peuvent être traitées comme des différentielles, et la méthode se rapproche de celle de Laplace, qui repose sur l'introduction des deux premières dérivées (λ', λ'', $\mathfrak{L}'$, $\mathfrak{L}''$) des latitudes et des longitudes géocentriques (λ, $\mathfrak{L}$). En même temps, l'équation de la corde se réduit alors à l'intégrale des forces vives, dont Laplace se sert pour obtenir la valeur de la distance accourcie ρ, après avoir tiré des équations

différentielles du mouvement une relation entre ρ et sa dérivée ρ'. On aperçoit ainsi la possibilité d'une sorte de fusion des deux méthodes, qui, effectivement, conduit à un procédé de calcul des plus simples.

» Soient x, y, z les coordonnées géocentriques de la comète; X, Y et R celles du Soleil; r, Δ les distances de l'astre au Soleil et à la Terre; ρ la projection de Δ sur l'écliptique. En prenant pour unité de temps l'intervalle $\frac{1}{k}(58^j,132)$ et posant $Q = \frac{1}{r^3} - \frac{1}{R^3}$, les équations du mouvement deviennent

$$(1) \qquad x'' + \frac{x}{r^3} = QX, \qquad y'' + \frac{y}{r^3} = QY, \qquad z'' + \frac{z}{r^3} = 0.$$

» Faisons passer l'axe des x par la position du Soleil qui correspond à l'époque choisie (pour laquelle on doit déterminer $\mathfrak{L}, \mathfrak{L}', \mathfrak{L}'', \ldots$ par interpolation); nous aurons $X = R$, $Y = 0$, et les équations (1) donneront les suivantes :

$$(2) \qquad yx'' - xy'' = RQy, \qquad zx'' - xz'' = RQz, \qquad zy'' - yz'' = 0.$$

En faisant

$$s = \operatorname{tang}\lambda, \qquad z = \rho s$$

et

$$\alpha = \frac{y}{z} = \frac{\sin(\mathfrak{L} - \odot)}{s}, \qquad \beta = \frac{x}{z} = \frac{\cos(\mathfrak{L} - \odot)}{s},$$

où $\odot$ est la longitude constante de l'axe des x, ces équations pourront s'écrire

$$(3) \qquad \left\{ \begin{array}{l} \rho\mathfrak{L}'' + 2\rho'\mathfrak{L}' + QR\sin(\mathfrak{L} - \odot) = 0, \\ z\beta'' + 2z'\beta' - QR = 0, \\ z\alpha'' + 2z'\alpha' = 0. \end{array} \right.$$

La première coïncide avec l'une des équations de Laplace; les deux autres fourniraient l'équation en λ''.

» La dernière peut s'écrire

$$\frac{z'}{z} = -\frac{\alpha''}{2\alpha'} \qquad \text{ou bien} \qquad d\log z = d\log\rho + d\log s = -\tfrac{1}{2}d\log\alpha';$$

elle fait connaître la variation logarithmique de l'ordonnée z, ou celle de la distance ρ. Elle correspond à l'équation fondamentale d'Olbers, qui peut

être mise sous cette forme

$$\frac{z_0}{z_2} = \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\alpha_1 - \alpha_0} \frac{t_1 - t_0}{t_2 - t_1}.$$

» En posant $\vartheta = \frac{\alpha''}{2\alpha'} = \frac{1}{2} D_t \log \alpha'$, elle devient

(4) $$z' + \vartheta z = 0,$$

et nous pouvons la différentier; mais il faut, en formant ϑ', faire varier $\odot$ dans l'expression de ϑ, l'axe des x étant maintenant mobile, tandis que, en formant ϑ, on ne fait pas varier $\odot$ dans α; elle donne alors

$$\frac{1}{r^3} = \vartheta' - \vartheta^2,$$

relation qui correspond à une équation de Cauchy. Elle exige quatre positions observées.

» Les relations $z' = -\vartheta z$, $\rho' = -\left(\vartheta + \frac{s'}{s}\right)\rho$ nous permettent d'éliminer z' et ρ' des deux premières des équations (3) et d'obtenir ainsi, sous deux formes différentes, une relation entre ρ et r; la seconde équation donne

(5) $$\beta'' - 2\vartheta\beta' = \frac{R}{\rho s}\left(\frac{1}{r^3} - \frac{1}{R^3}\right).$$

» En y joignant celle-ci

(6) $$r^2 = R^2 - 2\rho R \cos(\mathfrak{L} - \odot) + \rho^2 \operatorname{séc}^2 \lambda,$$

on pourrait déjà trouver ρ par tâtonnement. Mais il vaut mieux combiner (4) avec l'intégrale des forces vives, lorsqu'il s'agit d'une orbite parabolique. En posant $\vartheta_0 = \vartheta + \frac{s'}{s}$, $\vartheta_1 = \alpha\vartheta - \alpha'$, $\vartheta_2 = \beta\vartheta - \beta'$, cette intégrale peut s'écrire

(7) $$\rho^2(\mathfrak{L}'^2 + s^2\vartheta^2 + \vartheta_0^2) + 2\rho s\left(\frac{\vartheta_1}{R} + \vartheta_2 R'\right) = \frac{2}{r} - \frac{1}{R^2}.$$

» Tous les coefficients étant donnés par l'observation, les équations (6) et (7) permettent de trouver ρ. On abrège le calcul en posant

$$\rho = \Delta \cos\lambda, \qquad r^2 = R^2 + 2CR\Delta + \Delta^2, \qquad C = -\cos\lambda \cos(\mathfrak{L} - \odot),$$

et s'aidant d'une Table qui donne directement $\frac{1}{r}$ avec les arguments Δ et C

(en faisant $R = 1$). On pourrait aussi écrire l'équation (7) sous cette forme

$$a\Delta + b = \frac{1}{\Delta}\left(\frac{2}{r} - \frac{1}{R^2}\right)$$

et réduire en Table l'expression $\frac{1}{\Delta}\left(\frac{2}{r} - 1\right)$.

» Ayant trouvé ρ, ρ', on obtient les éléments paraboliques comme il suit. Soit $f = \sqrt{p}\cos i$ la projection du mouvement aréolaire sur l'écliptique; on a d'abord

$$(8)\qquad \begin{cases} rr' = RR' - \rho^2(s^2\vartheta + \vartheta_0) + z\left(\vartheta_2 R - \frac{\alpha}{R} - \beta R'\right), \\ f = 1 + \rho^2 \mathfrak{L}' + z\left(\vartheta_1 R - \frac{\beta}{R} + \alpha R'\right). \end{cases}$$

» Ensuite on trouve $q = \frac{1}{2}p$ et T par les relations

$$(9)\qquad q = r - \tfrac{1}{2}(rr')^2, \qquad \frac{t - T}{rr'} = \frac{p + r}{3} = r - \tfrac{1}{3}(rr')^2.$$

» Après avoir calculé v par la formule $r\cos^2\frac{1}{2}v = q$ et déduit la longitude héliocentrique L de la longitude $\mathfrak{L}$, on obtient i, ω, Ω par les équations

$$(10)\quad \cos i = \frac{f}{\sqrt{p}}, \quad \operatorname{tang}(v + \omega) = \frac{-\sqrt{p}}{r^2\vartheta + rr'}, \quad \operatorname{tang}(L - \Omega) = \frac{-f}{r^2\vartheta + rr'}.$$

» La précision du résultat dépendra de celle de l'interpolation qui fournira α', α'', ... Ces dérivées sont prises par rapport à t; en prenant pour unité le jour, il faut partout écrire kt à la place de t. $\mathfrak{L}'$, $\mathfrak{L}''$ s'expriment en parties du rayon. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'équations différentielles du premier ordre et sur les formations invariantes qui s'y rapportent.* Note de M. **Roger Liouville.**

« Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 6 sept. 1886), j'ai indiqué comment l'équation du premier ordre

$$(1)\qquad y' + a_1 y^3 + 3a_2 y^2 + 3a_3 y + a_4 = 0$$

peut se ramener aux quadratures, s'il existe entre ses coefficients et leurs

dérivées certaines conditions, faciles à reconnaître; à ce sujet, j'ai été conduit à signaler deux *invariants* de l'équation (1), pour les transformations telles que celle-ci :

$$(2) \qquad \frac{dx_1}{dx} = f(x), \quad y = y_1\varphi(x).$$

» Toutefois, la signification de ces invariants était rattachée aux propriétés d'une équation du second ordre, rentrant, comme cas particulier, dans la classe assez étendue dont j'ai présenté depuis une étude plus complète (*Comptes rendus*, 20 sept. 1886); d'après cette définition même, si l'on remplaçait y par Y' dans l'équation (1), les deux invariants attribués à cette équation devaient être aussi des invariants de l'équation du second ordre

$$(3) \qquad Y'' + a_1 Y'^3 + 3a_2 Y'^2 + 3a_3 Y' + a_4 = 0,$$

pour toutes les transformations qui n'y introduisent pas Y, et qui sont les suivantes :

$$(4) \qquad \frac{dx_1}{dx} = F(x), \qquad Y = Y_1 + \Phi(x).$$

» Je désignerai ici par s_3 l'invariant relatif, de poids 3, que j'avais représenté par L dans la Communication citée; le second invariant dont j'ai fait usage est de poids 5 et s'exprime ainsi

$$s_5 = a_1 s'_3 - 3s_3[a'_1 + 3(a_2^2 - a_1 a_3)],$$

en sorte que $s_5^3 s_3^{-5}$ est l'invariant absolu assujetti à être constant dans le cas déjà étudié de l'équation (1).

» Or il est aisé d'établir que, si l'on pose en général

$$(5) \qquad s_{2m+1} = a_1 s'_{2m-1} - (2m-1)s_{2m-1}[a'_1 + 3(a_2^2 - a_1 a_3)]$$

pour toutes les valeurs entières de m, les expressions s_7, s_9, ..., de même que s_3, s_5, jouissent de la propriété d'invariance à l'égard des substitutions (2) et (4) et que leur poids est égal à leur indice. Cette série d'invariants permet d'aborder commodément les questions qui se rapportent à l'équation générale (1). Soit, par exemple, à traiter le problème suivant :

» *Trouver la condition que doivent remplir les coefficients de l'équation* (1),

pour qu'elle soit réductible à la forme

$$(6)\qquad \frac{dy_1}{dx_1} + y_1^3 + kx_1 y_1^2 = 0,$$

k étant une constante quelconque : la réduction ayant lieu, intégrer.

» On construira les invariants absolus $\varpi_9 = s_9 . s_3^{-3}$, $\varpi_{12} = s_5 . s_7 . s_3^{-4}$. Calculés au moyen de l'équation (6), ils auraient pour expressions

$$(7)\qquad \begin{cases} \varpi_9 = 15\left[\dfrac{2 - 63k^2x_1^3(2 - 9k^2x_1^3 + 2k^4x_1^6)}{(2k^2x_1^3 - 1)^3}\right], \\ \varpi_{12} = \dfrac{45k^2x_1^3(5 - 6k^2x_1^3)(2 - 21k^2x_1^3 - 18k^4x_1^6)}{(2k^2x_1^3 - 1)^4}; \end{cases}$$

en conséquence, afin que l'équation (1) appartienne à la catégorie indiquée, il faut que les relations (7), l'une du troisième degré en x_1^3, l'autre du quatrième degré, aient une solution commune; leur résultant, égalé à zéro, est la condition à vérifier. Lorsqu'elle a lieu, les relations (7) font connaître la variable x_1 qui permet de ramener à la forme (6) l'équation proposée. Les fonctions φ et Φ' et, par suite, les substitutions (2) et (4), s'obtiennent ensuite sans nulle difficulté, le coefficient de y^3 devant être égal à 1 dans la transformée (6) et celui de y à zéro [1]. Quant à l'équation (6) elle-même, en y posant $y = Y'$ et prenant x_1 pour l'inconnue, Y pour la variable indépendante, elle devient

$$(8)\qquad x_1'' - 3kx_1x_1' - 1 = 0,$$

d'où l'on déduit, avec une constante arbitraire h,

$$(9)\qquad 2x_1' - 3kx_1^2 = 2Y + h,$$

et, par la transformation $x_1 = \dfrac{2X'}{3kX}$, l'équation linéaire

$$4X'' + 3k(2Y + h)X = 0,$$

une de celles dont l'intégrale a été donnée par Jacobi et par M. Kummer.

» J'ajouterai que, parmi toutes les équations de forme (1), les précédentes seules peuvent être ramenées à la dérivée exacte d'une équation de

---

(1) Ces déterminations effectuées, la relation, d'après laquelle a_4 est nul dans la transformée, exprime sans ambiguïté l'existence de l'équation réduite cherchée.

Riccati, lors même que, au lieu d'appliquer les substitutions (4) à l'équation correspondante (3), on lui appliquerait les transformations entièrement générales

$$u = \varphi(x, Y), \qquad v = \psi(x, y). \tag{10}$$

» Cette proposition se conclut de la discussion des *invariants* de l'équation

$$y'' + a_1 y'^3 + 3a_2 y'^2 + 3a_3 y' + a_4 = 0,$$

pour les transformations telles que (10), a_1, a_2, ..., a_4, étant des fonctions quelconques de x et de y. Si l'Académie veut bien le permettre, j'indiquerai, dans une autre Note, le moyen de construire ces invariants et les conséquences qui en résultent d'abord. Le cas dont l'étude a été déjà présentée (*Comptes rendus*, 20 septembre 1886) est celui dans lequel tous ces invariants s'évanouissent, et les premiers membres des deux relations qui le caractérisent jouent d'ailleurs un rôle fondamental dans ces recherches.

» Il est à remarquer que les nouveaux invariants dont il est ici question, et qui se rapportent aux transformations (10), diffèrent essentiellement de ceux que j'avais signalés pour l'équation (1), ou de ceux que M. Appell a introduits pour l'étude des équations différentielles algébriques et homogènes (*Comptes rendus*, 20 juin et 4 juillet 1887), tous ceux-ci n'ayant égard qu'aux transformations (2), ou (2) et (4). »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les variations des courants telluriques.* Note de M. J.-J. LANDERER, transmise par M. Janssen.

« En poursuivant l'étude des courants telluriques, il m'a été donné de relever des faits nouveaux, que j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie.

» Pendant les neuf dernières années, la fréquence de jours où le courant observé sur la ligne [1] a marché du nord-est au sud-ouest étant représentée par 1, celle des jours où il a marché en sens contraire est représentée par 6,7. Les jours où il y a eu plusieurs changements de sens ont

(1) Par suite d'un nouvel arrangement de la ligne, son azimut par rapport au méridien magnétique est maintenant de S. 54° W. Même longueur et même résistance qu'auparavant.

été peu nombreux; ils ont presque toujours été en connexion avec de grandes perturbations atmosphériques.

» De 8^h du matin à 9^h du soir, l'intensité du courant allant vers le nord-est atteint un maximum vers 10^h, et deux minima, arrivant l'un vers 4^h, l'autre vers 9^h. L'intensité moyenne du maximum a été de $0^{amp},000124$; celle des minima de $0^{amp},000073$ et $0^{amp},000074$.

» Lorsque le courant va du nord-est au sud-ouest, ce maximum et ces minima deviennent, respectivement, un minimum et deux maxima, arrivant sensiblement aux mêmes heures, et dont les intensités moyennes sont : $0^{amp},000064$, $0^{amp},000122$, $0^{amp},000138$.

» Parmi les jours où l'intensité du courant allant vers le nord-est a atteint des valeurs extrêmes, je dois indiquer le 14 août dernier, où le maximum était de $0^{amp},000407$; les deux minima $0^{amp},000083$ et $0^{amp},000135$.

» Dans leurs traits essentiels, les deux courbes types représentant l'intensité de ces deux courants, l'une au-dessous, l'autre au-dessus de l'axe des abscisses, ont donc une analogie frappante. Cette analogie se retrouve même sur la courbe type des jours où plusieurs inversions de sens se produisent.

» Ces fluctuations sont accompagnées de bien d'autres, mais celles dont je viens de m'occuper sont les plus saillantes. Tant qu'aucune cause perturbatrice (orages, tempêtes, proximité de circuits) ne vient troubler l'allure générale du phénomène, ces fluctuations se dessinent nettement; mais, même lorsque ces causes existent, ce qui arrive très souvent, on peut les saisir sans effort.

» Ces résultats se rapportent naturellement à l'une des composantes du courant tellurique local. Visant à connaître ce courant lui-même, je me suis servi, dans ces derniers temps, d'une nouvelle ligne dont l'azimut est de S. 19°E., et dont la partie souterraine du circuit est constituée, comme pour l'ancienne, par des tuyaux de plomb.

» De la discussion des observations faites à l'aide des deux lignes, il découle que le courant résultant a marché du sud au nord, en éprouvant des écarts de part et d'autre du méridien magnétique. Le maximum d'intensité a eu lieu vers 10^h du matin, avec un écart angulaire moyen N. 45°E.; le premier minimum vers 2^h du soir, avec un écart de N. 2°,3 W.; le second vers 9^h, avec un écart de 2°,2E. Leurs intensités moyennes ont été

$$0^{amp},000349, \quad 0^{amp},000271, \quad 0^{amp},000302\ (^1). \text{ »}$$

---

(1) Ces observations se font avec un galvanomètre de M. Deprez. La dernière détermination des constantes m'a donné un millimètre de l'échelle $= 0^{amp},00000097$.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Formation et élimination de pigment ferrugineux dans l'empoisonnement par la toluylendiamine.* Note de MM. **Engel** et **Kiener**, présentée par M. Charcot.

« Dans une précédente Communication, nous avons étudié les résidus ferrugineux de l'hémoglobine, qui s'accumulent dans certains organes chez les animaux intoxiqués par le sulfure de carbone. Nous avons poursuivi cet ordre de recherches pour une autre substance, la toluylendiamine.

» Stadelmann avait observé que ce poison produit d'une manière constante l'ictère chez le chien et chez le chat et quelquefois aussi, chez ce dernier animal, l'hémoglobinurie, mais il ne chercha point à établir de liaison entre ces deux faits; il admit même que la toluylendiamine est un agent conservateur du globule rouge. Afanassiew montra plus tard que la toluylendiamine est, au contraire, au plus haut degré, un agent destructeur du globule sanguin, et que l'ictère et l'hémoglobinurie sont les conséquences de cette action destructive.

» Mais l'attention de ce dernier observateur ne s'est pas portée sur la formation du pigment ferrugineux qui, dans cet empoisonnement, est cependant un indice plus constant de la destruction globulaire que ne le sont l'ictère et l'hémoglobinurie. Ces derniers phénomènes manquent en effet habituellement chez certaines espèces animales, comme le lapin. Chez le chien lui-même, on peut, par un mode particulier d'administration, écarter complètement l'hémoglobinurie et ne déterminer qu'un ictère tardif et peu intense, tout en produisant une profonde anémie. Les preuves de la destruction globulaire sont, en pareils cas, données surtout par l'accumulation du pigment ferrugineux dans les organes.

» Nous indiquons, dans cette Note, les observations que nous avons pu faire relativement à la formation et à l'élimination de ce pigment.

» I. Chez les lapins, on n'observe jamais l'ictère. Dans un cas seulement, nous avons constaté l'hémoglobinurie; dans deux cas, l'élimination de granulations pigmentaires par l'urine. L'examen des organes montre, chez ces animaux, une abondante accumulation de pigment ferrugineux dans la rate, la moelle osseuse et le foie.

» II. En ce qui concerne le chien, nous ferons remarquer d'abord que les signes de la destruction globulaire ne s'observent pas dans tous les cas.

Ainsi, les chiens qui succombent en quelques heures à des doses massives de toluylendiamine ($0^{gr},08$ à $0^{gr},15$ par kilogramme du poids de l'animal) ne présentent ni ictère ni hémoglobinurie, mais tombent dans le coma et montrent à l'autopsie une intense congestion de tous les organes et particulièrement du poumon. La rate et la moelle osseuse ne renferment pas plus de pigment que n'en comporte l'âge de l'animal.

» III. Dans les cas d'empoisonnement un peu plus lent, où la mort n'arrive qu'au bout d'un à trois jours, l'ictère est constant et l'on observe quelquefois l'hémoglobinurie. Dans ces cas, l'urine charrie, outre d'énormes quantités de graisse, des granulations pigmentaires jaunes ou brunes, de grosseur variable, qu'Afanassiew considérait comme renfermant du fer et étant très voisines de l'hémoglobine. Nos analyses tendent à montrer que ces granulations peuvent être de nature variable; car, dans un échantillon, nous avons trouvé une quantité notable de fer; dans un autre, seulement des traces impondérables. Le fer n'y est jamais décelable par ses réactions ordinaires. On trouve, au contraire, une accumulation souvent considérable de pigment noircissant par le sulfure ammonique, dans la moelle osseuse, dans la rate, dans la veine splénique : d'où il résulte que la formation du pigment ferrugineux n'exige pas plus de vingt-quatre heures.

» Bien que le pigment soit habituellement déposé à la fois dans la rate et la moelle des os, il peut arriver qu'il soit accumulé en quantité particulièrement considérable dans un de ces tissus, sans qu'on puisse indiquer la raison de cette élection. Dans la rate et dans la moelle osseuse, le pigment nous a paru se former aux dépens de l'hémoglobine, dissoute et diffusée dans le protoplasma des cellules, et non aux dépens de globules rouges incorporés dans ces cellules. Le premier indice de la surcharge ferrugineuse des éléments anatomiques est, en effet, une coloration noir verdâtre diffuse que leur donne l'action du sulfure ammonique. Lorsque le pigment devient plus abondant, il se réunit en gouttelettes jaunes et réfringentes, de plus en plus grosses, dans le protoplasma des cellules. On observe aussi des blocs de pigment libre, disséminés dans le tissu. Nous pensons qu'ils ont été expulsés hors de la cellule, ou qu'ils ont été mis en liberté par la destruction de celle-ci.

» Dans le foie, les dépôts ferrugineux sont moins constants et beaucoup plus discrets. Ils s'y manifestent par la teinte noir verdâtre diffuse, que prennent quelques groupes cellulaires, principalement à la périphérie des acini. Une partie du fer ainsi déposé tire certainement son origine de la rate, car les cellules spléniques pigmentées que l'on trouve en grande

abondance dans la veine-porte sont tout à fait rares dans la veine sushépatique.

» IV. Nous avons, d'autre part, déterminé des empoisonnements chroniques, allant jusqu'à la septième semaine, par l'administration de doses journalières de toluylendiamine progressivement croissantes. Dans ces conditions, l'ictère est habituellement modéré et son apparition peut être longtemps retardée. On n'observe ni hémoglobinurie ni élimination de pigment granuleux par l'urine. Mais l'animal maigrit, s'anémie, devient faible au point de chanceler, et succombe ordinairement à une dernière dose, dans le coma.

» L'examen des organes a montré ce qui suit : la rate, la moelle des os et le foie renferment une quantité de pigment plus grande que dans les cas aigus. De plus, on observe que, dans la rate, le pigment ne siège pas seulement dans les cellules de la pulpe, mais est encore déposé en amas et en traînées ramifiées dans la charpente fibreuse de la glande, au pourtour des gros vaisseaux, où il paraît occuper les vaisseaux lymphatiques. Une distribution semblable existe dans le foie. Nous avons aussi trouvé une notable quantité de pigment dans le rein et dans les ganglions lymphatiques abdominaux. Par conséquent, lorsque le fer s'accumule dans l'organisme, il est éliminé, non seulement par le foie, mais encore par le rein, et est en partie repris dans le foie, par la circulation lymphatique.

» Nous donnons dans le Tableau ci-dessous la contenance en fer des principaux organes de trois chiens jeunes : l'un (I) normal; l'autre (II) ayant succombé à un empoisonnement aigu (un jour); l'autre (III) à un empoisonnement lent (quarante-cinq jours). Les nombres qui figurent dans ce Tableau expriment en milligrammes le poids de fer métallique contenu dans 10gr de substance humide.

Chien.	Foie.	Rate.	Moelle des os.	Reins.	Ganglions lymphatiques abdominaux.
I..	0,98	1,617	Blanche, fer non dosé; réaction ferrugineuse presque nulle.	0,98	Non coloré, fer non dosé.
II..	1,27	1,862	3,82	1,1	Non coloré, fer non dosé.
III.	2,94	4,41	4,85	2,793	Couleur rouille, 3,87.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches expérimentales, relatives à l'action physiologique du* Cytisus laburnum. Note de MM. **J.-L. Prevost** et **Paul Binet**.

« Les auteurs qui se sont occupés du Cytise (Scott Gray, Huseman, Marmé, Kobert, Cornevin) ont signalé, outre ses effets vomitifs, des accidents intestinaux, une action narcotique et la mort par paralysie respiratoire. Marmé et Kobert décrivent aussi une élévation notable de la pression artérielle.

» Nos expériences ont été faites d'abord, au printemps de 1886, avec des infusions de fleurs et de fruits verts; puis, plus tard, dès l'automne de la même année, avec des infusions de graines sèches et avec l'extrait alcoolique (moins actif) et surtout avec l'extrait aqueux (plus actif), préparés avec ces graines.

» Ces expériences ont été pratiquées sur des *grenouilles* et des animaux à sang chaud (*chats, chiens, rats, cobayes, lapins, pigeons*); elles nous ont donné, en résumé, les résultats suivants :

» 1. Chez les deux espèces de grenouilles (*viridis* et *temporaria*), le cytise est un paralyso-moteur absolument analogue au curare, avec l'action duquel nous n'avons pu constater aucune différence notable.

» Les grenouilles, préparées selon la méthode employée par Kölliker, Cl. Bernard, pour l'étude du curare (ligature du tronc en masse, en ménageant les plexus ischiatiques), ont servi à démontrer que le Cytise, en paralysant les nerfs moteurs, n'affecte pas la sensibilité. Les parties situées au-dessus de la ligature sont paralysées, mais conservent leur sensibilité; les excitations que l'on y pratique provoquent des mouvements spontanés des membres postérieurs, restés normaux grâce à la ligature.

» 2. Le nerf vague offre une résistance plus grande que les autres nerfs et conserve encore son action arrestatrice sur le cœur, quand les nerfs moteurs sont paralysés.

» 3. Les battements du cœur de la grenouille s'affaiblissent peu à peu, après l'injection de hautes doses de cytise. La paralysie du cœur est alors une cause de la mort.

» 4. Les animaux à sang chaud qui peuvent vomir (*chats, chiens, pigeons*) sont plus sensibles à l'action du cytise que les rongeurs (*rats, cobayes* et surtout *lapins*). Le lapin offre une grande résistance à l'action de ce poison.

» 5. Chez les animaux qui peuvent vomir, le vomissement se produit après l'administration d'une faible dose (en moyenne 0,05 d'extrait aqueux, pour le chat), plus rapidement par injection hypodermique (en six minutes) que par ingestion gastrique (en quinze à vingt minutes). Ce vomissement est accompagné de violents efforts et n'est suivi d'aucun autre symptôme appréciable, lorsque la dose est faible. Nous n'avons jamais observé de troubles intestinaux ni de diarrhée.

» Le vomissement a pu se produire chez des chats dont les nerfs vagues étaient sectionnés. Il est alors retardé, mais aussi énergique. On peut en conclure que le cytise provoque le vomissement en agissant directement sur le centre vomitif.

6. Quand les doses sont plus fortes, les animaux offrent alors de l'affaiblissement général, de la prostration, qui, jusqu'à nous, ont été considérés comme résultant d'une action narcotique, et qui ne sont que la conséquence de la paralysie générale des nerfs moteurs. Cette paralysie entraîne la mort par asphyxie, chez les animaux à sang chaud, à moins que l'on ne prolonge la vie au moyen de la respiration artificielle.

» 7. Dans les intoxications avancées, produites par l'injection de fortes doses de cytise, chez des animaux chez lesquels on entretient la respiration artificielle, on peut constater la perte complète de l'excitabilité des nerfs moteurs (*sciatique*, *brachial*, etc.). Comme chez les grenouilles, le *nerf vague* résiste plus longtemps à la paralysie.

» 8. Les nerfs des sécrétions sudorale (*nerfs des membres*) et salivaire (*tympanico-lingual*) restent excitables pendant l'empoisonnement, et leur excitation provoque encore soit la sécrétion sudorale des pattes, soit la sécrétion salivaire.

» 9. La sécrétion de la bile n'est pas modifiée par le cytise, relativement du moins à sa quantité.

» 10. Soit dans les intoxications générales, soit lorsqu'il est instillé directement dans le sac conjonctival, le cytise ne produit aucune action notable sur la pupille ni sur la sensibilité de la cornée.

» 11. Nous n'avons pas pu constater, avec l'extrait aqueux de cytise, une modification notable de la pression artérielle. La pression s'abaisse graduellement dans les intoxications avancées. Le cœur n'est pas sensiblement atteint chez les animaux à sang chaud.

» 12. Chez les pigeons, outre ces symptômes, nous avons constaté une raideur spéciale des pattes.

» Voici les *conclusions générales* de ces recherches :

» A. Le cytise doit être considéré comme un bon vomitif, à action centrale, agissant rapidement, et mieux par injection hypodermique que par ingestion stomacale.

» B. A l'action vomitive se joint, à haute dose, une action paralyso-motrice, analogue, si ce n'est identique, à celle que produit le curare [1]. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Développement et valeur morphologique du suçoir des Orobanches*. Note de M. **Maurice Hovelacque**, présentée par M. Duchartre.

« I. *Petits suçoirs unicellulaires*. — Quand une racine d'Orobanche touche une racine nourrice par un très petit point, ce contact est souvent limité à une cellule de son assise superficielle [2]. Cette cellule s'hypertrophie et émet un prolongement qui pénètre dans l'hôte en dissociant ses éléments, sans les écraser ni les dissoudre. Le suçoir chemine dans l'épaisseur des parois de la plante hospitalière, à la manière d'un mycélium, et peut s'avancer jusque dans le faisceau de la racine nourrice. Le suçoir développé est un gros tube irrégulier, parfois ramifié, recloisonné transversalement quand il est très long. Dans les cas de grand développement, les cellules superficielles de la racine d'Orobanche et les cellules centripètes du parenchyme cortical, voisines du suçoir, s'hypertrophient et se recloisonnent. En général, les éléments parenchymateux de la racine nourrice, contigus au suçoir, grossissent de leur côté et se divisent une ou deux fois.

» D'après leur origine, leur structure et leur mode de développement, les suçoirs unicellulaires des Orobanches sont des prolongements, simples ou rameux, de l'assise superficielle de la racine support. Leur valeur morphologique est, au plus, celle d'un poil radical.

» II. *Petits suçoirs multicellulaires*. — Quand le contact de la racine

---

(1) Ces recherches, communiquées à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève dans sa séance du 1er septembre 1887, seront publiées *in extenso* dans la *Revue médicale de la Suisse romande* du 15 septembre 1887.

(2) L'assise superficielle des racines d'Orobanche équivaut à l'assise pilifère des racines ordinaires, bien qu'elle ne donne jamais de poils radicaux; ses éléments peuvent s'exfolier, cellule à cellule, et être remplacés par les éléments sous-jacents.

d'Orobanche avec la racine nourrice intéresse un petit nombre de cellules superficielles contiguës, celles-ci s'hypertrophient, s'allongent et pénètrent dans l'hôte en une seule masse. Comme pour les suçoirs unicellulaires, cette pénétration se fait en dissociant les cellules de la nourrice et en cheminant dans l'épaisseur de leurs parois, sans jamais provoquer ni écrasement, ni dissolution des cellules touchées. Au contraire, ces dernières et les éléments voisins s'hypertrophient, se recloisonnent beaucoup et perdent leurs caractères spéciaux. Les cellules corticales de l'Orobanche, voisines des éléments pénétrants, grossissent, puis se divisent en tous sens. Il se forme ainsi, contre le suçoir, une masse méristématique à petits éléments, non différenciée en cordon libéro-ligneux.

» Les suçoirs multicellulaires des Orobanches sont donc des thalles sans faisceau, dont la partie absorbante est formée par les cellules superficielles du parasite. Ni dans ce cas ni dans le précédent, nous n'avons vu l'Orobanche émettre, vers sa nourrice, des cellules préhensives, comme celles qui ont été signalées chez les Rhinanthacées. Ces petits suçoirs ont échappé à MM. Chatin, Pitra, Solms-Laubach et Koch.

» III. *Gros suçoirs simples.* — Lorsque la surface de contact des racines parasite et nourrice est très large, un grand nombre de cellules superficielles prennent part à cette formation. Celles-ci s'allongent un peu et, se cloisonnant perpendiculairement à la surface, forment une lame d'éléments étroits. Les cellules corticales sous-jacentes s'hypertrophient et se partagent en tous sens. Quand le suçoir est très gros, les cloisonnements gagnent les éléments péricambiaux du faisceau de l'Orobanche, qui est alors relié à la surface pénétrante par un cordon méristématique, plus épais et plus large près de l'extrémité du suçoir. Toute la région du suçoir, occupée par les cellules étroites, pénètre dans la nourrice. Malgré le volume de cette masse, nous n'avons vu ni écrasement ni dissolution des cellules de la racine hospitalière. Le suçoir arrive jusqu'au bois de la nourrice qu'il peut dissocier comme les tissus extérieurs. Si la différenciation va plus loin, la région centrale du cordon méristématique du suçoir se caractérise comme cordon libéro-ligneux. Les premières trachées, courtes, globuleuses, se montrent au contact du bois de la nourrice; puis, les éléments ligneux se forment près du faisceau de la racine support; les derniers éléments ligneux apparaissent ensuite entre ces deux points. Les trachées sont beaucoup plus nombreuses aux deux extrémités du suçoir; en son milieu, elles sont parfois réduites à une file axiale.

» Des sections transversales, pratiquées à divers niveaux dans ces su-

çoirs, confirment et complètent les indications fournies par les sections radiales : ainsi, la section transversale, passant dans le bois de la racine nourrice, près du sommet du suçoir, montre une lentille exclusivement ligneuse, constituée par une file de trachées allongées perpendiculairement à l'axe de la nourrice. Le grand diamètre de la lentille est parallèle à l'axe de la racine hospitalière.

» Dans la région libérienne, cette file trachéenne est séparée des tissus de l'hôte par un rang de cellules libériennes, à parois minces, allongées perpendiculairement à la surface de contact.

» Dans la partie libre du suçoir, le système libéro-ligneux est entouré d'un tissu cortical et d'une assise superficielle, comparable à la couche pilifère des racines d'Orobanche. Il n'y a pas de gaine protectrice. Dans les suçoirs les moins forts, le cordon libéro-ligneux se compose d'une trachée axiale globuleuse, entourée d'un ou deux rangs d'éléments libériens. Dans les suçoirs les plus gros, on voit des lames ligneuses centripètes, imparfaitement convergentes, alternant avec des groupes grillagés ; c'est la structure d'un faisceau multipolaire de racines d'Orobanche.

» Dans la région d'insertion de ces suçoirs, le cordon libéro-ligneux, très large, elliptique, forme un diaphragme qui s'insère, n'importe où, sur le faisceau de la racine support.

» On trouve toutes les transitions entre les suçoirs grêles à cordon libéro-ligneux indéterminé et les suçoirs plus gros dont le système libéro-ligneux a la structure d'un faisceau multipolaire. La plupart de ces suçoirs présentent, à la périphérie de leur région pénétrante, un léger épaississement produit après la pénétration du suçoir ; cet épaississement est dû à l'hypertrophie des cellules superficielles et des éléments corticaux sous-jacents. Même dans ces cas, nous n'avons pas trouvé de cellules saisissant la nourrice et la maintenant jusqu'à la pénétration du suçoir.

» On voit que les gros suçoirs simples d'Orobanche sont des thalles développés en des points quelconques de la racine support. Généralement, leur cordon libéro-ligneux est indéterminé; dans les cas les plus complexes seulement, le suçoir est une sorte de racine très imparfaite à faisceau multipolaire.

» IV. *Gros suçoirs ramifiés.* — Les gros suçoirs ramifiés ne diffèrent des suçoirs simples que parce que le coin, pénétrant dans la racine hospitalière, s'y ramifie. Chacun des lobes du suçoir a la même constitution que la partie centrale pénétrante des suçoirs simples. Dans la région libre de ces gros suçoirs ramifiés, le système libéro-ligneux présente la structure

d'un faisceau de racines, et, parfois même, celle d'une fasciation de faisceaux multipolaires.

» Dans ce dernier cas, le suçoir de l'Orobanche doit être homologué à une fasciation de racines imparfaites. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Le* Greeneria fuliginea, *nouvelle forme de* Rot *des fruits de la Vigne, observée en Amérique.* Note de MM. **L. Scribner** et **Pierre Viala**, présentée par M. Duchartre.

« Nous avons constaté, dans les vignobles de la *Caroline du Nord* (États-Unis d'Amérique), un Champignon, non encore signalé, qui produit des dégâts importants sur les fruits de la Vigne. Ce qui caractérise ses effets et les différencie du *Black Rot* (*Physalosporus Bidwelii*), c'est qu'il détruit les raisins dans la période comprise depuis la véraison jusqu'à la maturité. Sous son action, dans les milieux très chauds et très humides, la récolte épargnée par le Black Rot peut être anéantie en quelques jours.

» Nous n'avons pas observé ce parasite sur les feuilles. Nous l'avons vu sur les rameaux, surtout à l'insertion du pédoncule; il s'y manifeste par une tache noirâtre qui se recouvre de pustules identiques à celles des baies. L'altération est plus fréquente sur les pédicelles : dans ces circonstances, les grains se dessèchent et s'égrènent au moindre choc.

» Le Champignon se développe principalement sur les fruits : en un point quelconque de la baie, apparaît une coloration, rosée sur les variétés à fruit blanc, rose brun sur les variétés à fruit rouge, qui s'étend rapidement, par zones concentriques, sur toute la baie, plus juteuse qu'à l'état normal (variétés du *V. Labrusca*). De nombreux petits points plus clairs se forment alors comme des boursouflures de la peau. Ces pustules, ainsi que nous l'ont montré nos cultures artificielles, atteignent leur état parfait en deux ou trois jours; elles sont poussiéreuses, d'une teinte fuligineuse, parsemées sur le grain détruit et ridé.

» Le mycélium, très abondant dans la baie, est blanchâtre, très ramifié, cloisonné, à diamètre variant de $0^{\mu},30$ à $0^{\mu},16$. Au pourtour des corps reproducteurs, il a une teinte fuligineuse terne; il se développe facilement dans du moût de raisin étendu et aéré.

» Les seuls corps reproducteurs que nous ayons observés sont très particuliers. Leur structure, intermédiaire entre les pycnides et les conidiophores, montre bien qu'il n'y a pas de différence organogénique entre ces formes. Les pustules, sous-épidermiques, sans ostiole, sont entourées,

à l'état jeune, d'une membrane composée d'une ou, au plus, de deux couches de larges cellules d'un brun clair. Elles sont ovales et mesurent de 17^{μ} à 25^{μ}. En croissant, elles déchirent l'épiderme, et les basides qui remplissent la cavité de ce fruit éclatent sa membrane et s'étalent à la surface de la baie en faisceau ayant l'aspect de conidiophores groupés. Les basides sont fines, diversement ramifiées ou simples, et ont de 9^{μ} à 12^{μ} de hauteur. Les spores produites à leur sommet aminci sont ovoïdes ou naviculiformes, un peu rétrécies à leur point d'insertion ; leur membrane est assez épaisse ; elles ont une couleur fuligineuse claire et un protoplasma homogène à fines granulations. Semées dans du jus de raisin, elles émettent directement de une à quatre branches mycéliennes.

» Les formes parfaites de reproduction de ce Champignon parasite n'étant pas encore connues, il doit être placé dans cette série, très nombreuse, de formes indéterminées, qui ont été groupées par M. Saccardo sous le nom de *Sphæropsideæ*. A cause de la coloration des spores, il rentre dans les *Phæosporeæ*. Comme dans cette série aucun genre n'a les basides ramifiées, nous faisons provisoirement un genre nouveau et nommons ce parasite *Greeneria fuliginea*, en attendant que la découverte possible des fruits ascosporés permette de le classer à sa place naturelle. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 29 aout 1887.

Comité international des Poids et Mesures. Procès-verbaux des séances de 1886. Paris, Gauthier-Villars, 1887; in-8°. (Deux exemplaires.)

Origine et causes des volcans et des tremblements de terre; par Pierre Lazerges. Toulouse, Durand, Fillous et Lagarde, 1887; br. in-8°.

Guide pour le dosage de l'acide phosphorique dans les engrais, publié par

l'Association des chimistes de sucrerie et de distillerie. Paris, 1886; br. in-18.

Les vendanges en Berry de la fin du xve *siècle à la Révolution française; par* H. Duchaussoy. Bourges, H. Sire, 1887; br. in-8°.

Matériaux pour l'histoire primitive et naturelle de l'homme; vol. XXI, 3e série, t. IV, août 1887. Paris, Ch. Reinwald; br. in-8°.

Mémoires de la Société académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube, t. XXIII, 3e série, année 1886. Troyes, Léopold Lacroix; in-8°.

Mémoires de l'Académie de Stanislas, 1886; 5e série, t. IV. Nancy, Berger-Levrault et Cie, 1887; in-8°. (Deux exemplaires.)

Carta geologica della isola di Sicilia nella scala di 1 *à* 100 000, *rilevata dal* 1877 *al* 1882 *e pubblicata per cura del R. Uffizio geologico negli anni* 1884-85-86. Roma, 1886; album in-f°.

Relazione sulle miniere di ferro dell' isola d'Elba, di A. Fabri. Atlante annesso al vol. III delle *Memorie descrittive della Carta geologica d'Italia.* Roma, 1887; album in-f°.

Ricerche di chimica vulcanologica sulle rocce e minerali del Vulture-Melfi, di L. Ricciardi; br. in-8°.

The Quarterly Journal of the geological Society, vol. XLIII, Part 3, august 1, 1887; n° 171. London; vol. in-8°.

Die internationale Polarforschung 1882-1883. *Beobachtungs-Ergebnisse der Norwegischen Polarstation Bossekop in Alten; von* Askel Steen. I. Theil: *Historische Einleitung. Astronomie. Meteorologie.* Christiania, 1887; in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 septembre 1887.

Annales du Bureau central météorologique de France, publiées par M. E. Mascart, année 1885, t. I, III, IV. Paris, Gauthier-Villars, 1887; 3 gr. in-4°.

Bulletin du Ministère des Travaux publics. Statistique et Législation comparée; huitième année, t. XVI, juillet 1887; br. in-8°.

Annales médico-psychologiques; par MM. les Drs Baillarger, Foville et Ritti, 7e série, t. VI. Paris, G. Masson, 1887; br. in-8°.

Académie des Sciences et Lettres de Montpellier. Mémoires de la Section des Sciences, t. XI, premier fascicule, années 1885-1886. Montpellier, Boehm et fils, 1887; in-4°.

La funzione cromatica nei Camaleonti. Note ed osservazioni di Filippo Arturo Fodera. Palermo, 1887; br. in-8°.

Memoirs of the geological Survey of India: Palæontologica indica; Ser. X, *Indian tertiary and post-tertiary Vertebrata,* vol. IV, Part II. *The fauna of the Karnul Caves; by* R. Lydekker. Calcutta, 1886; in-f°.

Tertiary and upper cretaceous fossils of western sind; ser. XIV, vol. I, III: *The fossil Echinoidea;* fasc. VI: *The fossil Echinoidea from the makran series (pliocene) of the coast of Biluchistan and of the Persian gulf; by* Martin Duncan. Calcutta, 1886; in-f°.

Account of the operations of the great trigonometrical Survey of India, vol. IV A: *General description of the principal triangulation of the Jodhpore and the eastern sind meridional series of the north-west quadrilateral,* 1886; gr. in-4°.

Reports of observations and experiments in the practical work of the division, made under the direction of the entomologist. Washington, 1887; 2 br. in-8°.

The icerya or fluted scale, otherwise known as the cottony cushion-scale. Washington, 1887; br. in-8°.

The Proceedings of the Linnean Society of New South Wales; second series, vol. I. Sydney, 2 vol. in-8°.

Ueber die Existenz verschiedener Tetartoëdrien im regulären System; von L. Wulff; br. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 SEPTEMBRE 1887.

PRÉSIDÉE PAR M. HERVÉ MANGON.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **J. Bertrand**, en offrant à l'Académie le Livre dans lequel il a résumé ses leçons sur la Thermodynamique, présente quelques remarques relatives à la fonction désignée longtemps par les physiciens sous le nom de *fonction de Carnot*.

« Sadi Carnot a affirmé, c'est là sa grande découverte, que le rendement d'une machine thermique parfaite est indépendant de la nature du corps dont les dilatations produisent le travail; il dépend seulement des températures extrêmes T_1 et T_2. Il n'a pas cherché à trouver la fonction.

» Clapeyron, l'habile et savant commentateur de Carnot, a accepté tous les principes du maître; mais, en considérant des cycles infiniment petits, il réduisait la fonction inconnue à ne contenir qu'une variable.

» On peut se demander comment la découverte de cette fonction a été si tardive.

» Elle est la même pour tous les corps. Comment Carnot et Clapeyron n'ont-il pas eu l'idée de la chercher pour les gaz parfaits dont les propriétés rendent le calcul facile?

» Le calcul, pour eux, était moins facile que pour nous. Le gaz parfait, qui satisfait aux lois de Mariotte et de Gay-Lussac, et dont les caloriques spécifiques sont constants, ne pouvait exister d'après leurs principes.

» Le calorique spécifique, Carnot l'avait démontré, doit croître proportionnellement au logarithme du volume.

» Les principes admis par Carnot et par Clapeyron, et ceux que tous les physiciens acceptent aujourd'hui, sont contradictoires.

» Quand un corps parcourt un cycle, suivant Carnot, il a reçu, en revenant à son état primitif, autant de chaleur qu'il en a cédé.

» La différence, suivant la théorie incontestée de Mayer, n'est pas égale à zéro, mais proportionnelle au travail accompli, c'est-à-dire à la surface du quadrilatère qui, suivant l'ingénieuse convention de Clapeyron, représente le cycle.

» Comment se fait-il que les résultats obtenus comme conséquence d'un principe ne soient pas démentis par le principe contraire?

» La raison, quoique fort simple, n'a jamais, je crois, été signalée.

» Clapeyron ne considère que des cycles infiniment petits. Or, dans ce cas, leur surface est infiniment petite du second ordre; elle est négligeable, et, comme c'est elle qui fait toute la différence, les deux théories coïncident.

» J'ai cherché, dans le cas général, la forme que Carnot et Clapeyron auraient dû donner, d'après leurs principes, à cette fonction inconnue, que, fort heureusement, ils n'ont pas cherchée.

» On peut montrer tout d'abord que, dans l'hypothèse de l'indestructibilité du calorique, la fonction $F(T_1, T_2)$, qui figure dans l'énoncé du théorème de Carnot, doit se réduire à la différence de deux fonctions d'une seule variable chacune et être de la forme

$$F(T_1, T_2) = \varphi(T_1) - \varphi(T_2).$$

» Reprenons, pour le démontrer, l'énoncé du théorème :

» Si la suite des états du corps est représentée par le contour d'un cycle formé par deux lignes isothermes et par deux lignes adiabatiques, le travail accompli étant désigné par G, et Q désignant la quantité de chaleur *mise en œuvre*, on a

$$G = QF(T_1, T_2),$$

Q désignant à la fois la quantité de chaleur versée par la source la plus chaude, dont la température est T_1, et celle que reçoit la source la plus froide, de température T_2. Pour Clapeyron, comme pour Carnot, ces deux quantités de chaleur, dont la différence joue aujourd'hui un rôle important dans nos théorèmes, ne pouvaient manquer d'être égales. Sans accepter l'hypothèse, il est intéressant d'en étudier les conséquences.

» Associons deux cycles de Carnot, dont le second ait pour source chaude la source froide du premier, l'un de ces cycles versant la chaleur empruntée à la température T_1 sur une source de température T_2, le second prenant cette chaleur à la source de température T_2 pour la verser sur une source de température T_3.

» Les deux cycles équivalent, par leur réunion, à un cycle unique; car la suppression du côté isotherme commun, parcouru deux fois dans des sens différents, est sans influence sur le travail aussi bien que sur la chaleur dépensée et reçue.

» Le travail produit par le premier cycle est, d'après le théorème de Carnot,

$$G_1 = Q_1 F(T_1, T_2);$$

par le parcours du second, le travail produit est

$$G_1 = Q_1 F(T_2, T_3).$$

» Le facteur Q_1 reste le même, parce que, conformément aux idées de Carnot, les mêmes quantités de chaleur sont données et reçues dans le parcours des côtés isothermes d'un même cycle.

» L'application du même théorème au cycle total donnera

$$G_3 = Q_1 F(T_1, T_3),$$

G_3 étant le travail, évidemment égal à $G_1 + G_2$, qui correspond au cycle total. Q_1 conserve toujours la même valeur. On doit donc avoir

$$F(T_1, T_3) = F(T_1, T_2) + F(T_2, T_3);$$

T_1, T_2, T_3 sont trois températures choisies arbitrairement. Le second membre de l'équation, considéré comme une fonction des valeurs T_1 et T_3, est de la forme

$$\varphi(T_1) + \psi(T_3).$$

Il doit donc en être de même du premier, et la fonction F est la somme de

deux fonctions d'une seule variable. En introduisant ce résultat dans les divers termes de l'équation, elle devient

$$\varphi(T_1)+\psi(T_3)=\varphi(T_1)+\psi(T_2)+\varphi(T_2)+\psi(T_3).$$

T_2, ne figurant pas dans le premier membre, doit disparaître du second, et l'on doit avoir

$$\psi(T_2)+\varphi(T_2)=\text{const.}$$

» Les deux fonctions φ et ψ sont donc égales et de signes contraires, à une constante près. G devant évidemment s'annuler lorsque T_1 est égal à T_2, la constante est nulle, et le théorème de Carnot doit être exprimé, d'après les principes de son inventeur, par une équation de la forme

$$G=Q[\varphi(T_1)-\varphi(T_2)].$$

» Pour chercher la forme de la fonction φ, il suffit de faire pour un corps, quel qu'il soit, l'étude du cycle. La fonction est la même pour tous les corps : c'est cette généralité qui fait l'importance du théorème.

» L'étude des gaz, déjà complète au temps de Carnot, et les résultats mêmes obtenus par lui comme déduction de ses principes, lui permettaient de faire, s'il en avait eu la pensée, le calcul de la chaleur dépensée et celui du travail produit quand le cycle est parcouru par un gaz vérifiant en toute rigueur les lois de Gay-Lussac et de Mariotte. Carnot ne pouvait pas y associer l'hypothèse d'un calorique spécifique constant. Il avait *démontré* que le calorique spécifique à volume constant k doit avoir pour expression

$$k=f(\mathrm{T})+\mathrm{C}\,lv, \tag{1}$$

la constante C étant la différence $k'-k$ des caloriques spécifiques.

» Soit $A_1A_2A_3A_4$ le cycle de Carnot parcouru par le gaz; la chaleur dépensée pour un changement infiniment petit a pour expression

$$dQ=k\,dt+\frac{k'-k}{R}p\,dv. \tag{2}$$

» Pour le côté isotherme A_1A_2, on a $dt=0$; $k'-k$ étant égal à C, on peut écrire

$$dQ=\frac{C}{R}p\,dv$$

et, à cause de l'équation $pv = \mathrm{RT}$,

$$dQ = \mathrm{CT}\frac{dv}{v}.$$

» T étant constant et égal à T_1, si l'on nomme v_1 et v_2 les volumes qui correspondent aux extrémités A_1 et A_2 du côté considéré, on aura

$$Q_1 = \mathrm{CT}_1\, l\frac{v_2}{v_1};$$

Q_1 est le dénominateur de la fraction $\frac{G}{Q_1}$, égale à la fonction inconnue $F(T_1, T_2)$.

» Le numérateur G, travail produit dans le parcours du cycle, est représenté par l'intégrale $\int p\,dv$, prise sur le contour entier. Pour calculer cette intégrale, considérons l'équation

$$dQ = k\,dt + \frac{\mathrm{C}p\,dv}{\mathrm{R}},$$

équivalente à l'équation (2), puisque $k' - k = \mathrm{C}$.

» Intégrons les deux membres sur le contour entier du cycle : on aura, *d'après les principes acceptés par Carnot*,

$$\int dQ = 0.$$

Nous pouvons donc écrire, pour le contour entier,

$$\frac{\mathrm{C}}{\mathrm{R}}\int p\,dv = -\int k\,dt$$

et, en remplaçant k par sa valeur,

$$\frac{\mathrm{C}}{\mathrm{R}}\int p\,dv = -\int f(\mathrm{T})\,dt - \mathrm{C}\int dt\,lv.$$

» Quelle que soit la fonction $f(\mathrm{T})$, l'intégrale $\int f(\mathrm{T})\,dt$ est nulle, puisque, le cycle étant fermé, la valeur initiale de la température est égale à la valeur finale. L'équation se réduit à

$$\frac{1}{\mathrm{R}}\int p\,dv = -\int dt\,lv.$$

» Il suffit donc, pour connaître $\int p\,dv$, de calculer l'intégrale $\int dt\,lv$, successivement sur les quatre côtés du quadrilatère.

» Sur les côtés isothermes, elle est nulle, puisque l'on a $dt = 0$; il suffit de faire le calcul pour les lignes adiabatiques.

» Pour chacune de ces lignes, on a, par définition,

$$dQ = 0;$$

par conséquent,

$$k\,dt + \frac{C}{R} p\,dv = 0.$$

» En remplaçant k par sa valeur (1) et p par $\frac{RT}{v}$, cette équation devient

$$f(T)\,dt + C\,lv\,dt + CT\frac{dv}{v} = 0;$$

on peut lui donner la forme

$$f(T) + C\,lv + CT\frac{d\,lv}{dt} = 0;$$

elle a pour intégrale, en y considérant lv comme inconnue,

$$lv = \frac{C_1}{T} + F(T), \tag{3}$$

C_1 désignant une constante et $F(T)$ une fonction liée à $f(T)$ par l'équation

$$f(T) + C\,F(T) + CT\,F'(T) = 0.$$

» On a

$$\int lv\,dt = C_1\,lT + \int F(T)\,dt.$$

» Soit $F_1(T)$ l'intégrale indéfinie de $F(T)$, les valeurs extrêmes de T dans le parcours de l'une des lignes adiabatiques étant T_1 et T_2; on aura, pour la première de ces lignes,

$$\int dt\,lv = C_1\,l\frac{T_2}{T_1} + F_1(T_2) - F_1(T_1),$$

et, pour la seconde, la constante C_1 changeant de valeur et devenant C'_1,

$$\int dt\,lv = C'_1\,l\frac{T_1}{T_2} + F_1(T_1) - F_1(T_2).$$

» En ajoutant ces deux équations, on obtient la valeur de $\frac{1}{R}\int p\,dv$ étendue au contour entier, égale et de signe contraire à la somme des va-

leurs de $\int dt\, lv$,

$$\frac{1}{R}\int p\, dv = (C_1 - C'_1)\, l\frac{T_1}{T_2}.$$

» L'équation (3) des lignes adiabatiques donne

$$lv_2 = \frac{C_1}{T_1} + F(T_1),$$

$$lv_1 = \frac{C'_1}{T_1} + F(T_1);$$

par conséquent,

$$C_1 - C'_1 = T_1\, l\frac{v_2}{v_1}.$$

On a donc

$$\frac{1}{R}\int p\, dv = T_1\, l\frac{v_2}{v_1}\, l\frac{T_1}{T_2};$$

$\int p\, dv$ est le travail désigné par G; en le divisant par Q_1, calculé d'abord, on a

$$\frac{G}{Q_1} = F(T_1, T_2) = \frac{R}{C}(lT_1 - lT_2).$$

» Cette forme de la fonction, rigoureusement déduite des principes de Carnot, est très différente de celle que les progrès de la Science ont fait accepter. »

MÉMOIRES LUS.

AGRONOMIE. — *Observations sur les assolements.* Note de M. **P.-P. Dehérain.**

« J'ai déjà eu l'honneur d'entretenir l'Académie des avantages que procurent, dans la culture du blé et des betteraves, le choix judicieux des variétés et l'emploi des engrais ; ils ne déterminent pas seuls cependant l'abondance des récoltes : elle est liée encore, et très étroitement, à la bonne préparation du sol, que l'assolement adopté rend aisée ou difficile.

» La rotation généralement adoptée dans le nord de la France dure cinq ans; elle s'ouvre par une plante sarclée, betteraves ou pommes de terre, auxquelles succède un premier blé, qui occupe le sol la deuxième année; au printemps, on y sème du trèfle, on en tire deux coupes la troisième année;

rompu à l'automne, il fait place au second blé, après lequel arrive une avoine pendant la cinquième et dernière année.

» Dans cette rotation, deux récoltes sont mal placées; le premier blé succède mal aux betteraves; l'avoine, au second blé. C'est ce qui résulte des nombreuses observations qui ont été recueillies à Grignon depuis de longues années.

» Voici, en effet, les résultats obtenus dans la culture de diverses variétés de blé, suivant qu'elles succèdent à des betteraves ou bien, au contraire, à des trèfles ou des maïs :

Quintaux métriques de grains recueillis à l'hectare.

Blé de Bordeaux	après betteraves	26
	après trèfle	35
Blé Browick	après betteraves	28
	après maïs	37
Blé rouge d'Écosse	après betteraves	30
	après maïs	40
Blé à épi carré Scholey	après betteraves	29,5
	après maïs	40,5

» Enfin, cette année 1887, nous avons obtenu à Wardrecques, M. Porion et moi :

Blé à épi carré Porion	après betteraves	46,0
	après trèfle	53,8

Cette récolte, obtenue sur 70 ares, est la plus forte que nous ayons encore constatée.

» Les différences précédentes sont considérables; il est facile de concevoir à quelles causes elles sont dues; depuis que Boussingault a montré l'efficacité des nitrates dans l'alimentation végétale, depuis que MM. Schlœsing et Müntz nous ont enseigné que ces nitrates sont produits par l'activité d'un ferment aérobie, qui ne fonctionne que dans un sol aéré et humide, nous comprenons quelle importance présente une pulvérisation, un émiettement du sol, qui assure partout la pénétration de l'air, la conservation de l'humidité. Cet émiettement, qu'on peut comparer à la préparation d'un milieu de culture pour le ferment nitrique, ne peut être obtenu que par un travail soigné, souvent impossible à exécuter quand le blé succède à la betterave.

» Si l'automne est humide, l'arrachage des racines est pénible; il laisse le sol retourné par les fourches, piétiné par les chevaux, écrasé par les chariots, dans un état déplorable; il faut cependant labourer hâtivement et procéder aux semailles du blé d'automne; elles se font dans de mauvaises conditions et la récolte s'en ressent. La désastreuse récolte de blé de 1879, qui n'a donné que 79 millions d'hectolitres de blé, a suivi l'automne pluvieux de 1878.

» Dans l'assolement quinquennal, l'avoine arrive après le second blé, la cinquième année, sur une terre déjà fatiguée par les récoltes précédentes; à ce point de vue, sa place est bien choisie, car l'avoine est peu exigeante. De 1875 à 1879, on a récolté, en moyenne, au champ d'expériences de Grignon, 21 quintaux de grains à l'hectare sur les parcelles qui ont reçu du fumier, 22 quintaux sur celles qui ont eu du nitrate de soude et des superphosphates, et 19 quand l'avoine a été cultivée sans engrais. Les différences sont minimes; mais, si l'avoine ne demande que peu d'engrais, elle ne donne de bonnes récoltes que dans un sol bien dépouillé de plantes adventices, contre lesquelles elle se défend mal.

» J'ai pratiqué, au champ d'expériences de Grignon, la culture continue de l'avoine, de 1875 à 1882; en 1876, année favorable, le sol étant encore propre, l'avoine de Brie a donné $29^{qm},54$ de grains à l'hectare; en 1881, sur un sol envahi par les mauvaises herbes, $14^{qm},17$; et en 1882, $11^{qm},59$. Il a suffi de changer l'avoine de place, pour qu'en 1883 elle remontât à 29^{qm}.

» La condition de réussite de l'avoine est donc de trouver un sol bien dépouillé de plantes adventices; or, cette condition est mal remplie quand elle succède au blé, qui est lui-même facilement envahi et qui, par suite, laisse le sol dans un état fâcheux.

» Quand on pratique l'assolement de quatre ans, en usage en Angleterre et désigné sous le nom de *rotation du Norfolk,* tous ces inconvénients disparaissent; je l'ai mis en pratique à Grignon avec avantage.

» Aux betteraves arrachées tardivement, succède l'avoine semée seulement au printemps, sur une terre bien préparée et dépouillée l'année précédente des plantes adventices, par les sarclages qu'exige la betterave.

» Le blé succède au trèfle, qui occupe le sol la troisième année, mais le laisse libre dès le commencement de l'automne; le travail du sol peut donc être assez soigné pour assurer la récolte.

» Après les betteraves, l'avoine donne de bonnes récoltes, sans qu'il soit

nécessaire de lui distribuer aucune fumure; en 1866, on a obtenu les rendements suivants :

	qx
Avoine jaune de Flandre..........	37,0
» de Pologne...............	29,5
» de Californie..............	31,0
» de Coulommiers...........	32,5
» géante à grappes......... ..	40,0

» Cette dernière variété, qui est due à M. H. de Vilmorin, est très prolifique; mais, pendant les années humides, elle acquiert de telles dimensions qu'elle est exposée à la verse.

» En 1887, on a recueilli, en moyenne, à l'hectare :

	qx
Avoine géante....................	39,3
» des salines................	36,5

» Très répandue dans la région septentrionale, l'avoine des salines me paraît devoir se répandre avantageusement dans les parties de la France où elle est encore peu cultivée.

» En résumé, l'assolement de quatre ans, usité en Angleterre et parfois en France, me paraît devoir être étendu :

» 1° Parce qu'en plaçant l'avoine, culture du printemps, en seconde année après les betteraves, on est certain, quelque tardif que soit l'arrachage, de pouvoir préparer, avec tous les soins nécessaires, le sol déjà débarrassé des mauvaises herbes par les sarclages pratiqués sur la betterave; ces conditions sont suffisantes pour assurer la réussite de l'avoine, peu avide d'engrais.

» 2° Parce qu'en semant le blé après le trèfle, qui laisse le sol libre dès le commencement de l'automne, tous les travaux qui précèdent les semailles du blé sont exécutés aisément. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume rédigé par M. *Banaré*, et publié par le Service hydrographique, sous le titre « Océan indien : instructions générales; vents, courants et routes principales de navigation ». (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

ASTRONOMIE. — *Éléments provisoires de la nouvelle comète Brooks* (24 *août*). Note de MM. **Rambaud** et **Sy**, présentée par M. Mouchez.

« Ces éléments sont fondés sur les observations faites à l'observatoire d'Alger, aux dates suivantes : 29 août, 31 août, et 2 septembre.

Éléments.

$$T = 1887, \text{ oct. } 13,9499$$

$$\begin{aligned} \pi &= 157^\circ.54,5 \\ \Omega &= 85.39,8 \\ i &= 45.58,1 \\ \log q &= 0,05717 \end{aligned}$$

» Représentation de l'observation moyenne O — C :

$$\Delta\alpha \cos\beta = +0'',2, \qquad \Delta\beta = 0'',0.$$

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks* (1887, *août* 24), *faites à l'équatorial de* 6 *pouces* (*Brunner*) *de l'observatoire de Lyon;* par M. **Le Cadet**. (Présentées par M. Mouchez.)

Dates. 1887.	Temps moyen de Lyon.	Δα.	Δδ.	☄. Nombre de compar.	α appar.	Log. fact. parall.	δ appar.	Log. fact. parall.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″	
Sept. 9...	15.46.49	+0.39,36	+6.20,3	15:10	9.41.45,03	$9,673_n$	+30.13. 1,5	0,777
10...	15.48.10	−0.19,71	+2.47,2	20:15	9.46.29,86	$9,673_n$	+30.12.16,3	0,776

Positions de l'étoile de comparaison.

Grandeur.	α moy. 1887,0.	Réduction au jour.	δ moy. 1887,0.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″	
8	9.41. 5,50	+0,07	+30.6.48,9	− 7,7	Weisse (828 — IX^h)
9,1	9.46.48,89	+0,68	+30.9.41,6	−12,5	Argelander (1927 *z* + 30°)

ASTRONOMIE. — *Sur l'organisation des services astronomiques aux États-Unis.* Note de M. A. Laussedat. (Extrait.)

« Les grands observatoires de Washington, de Cambridge (Massachusetts) et de Lick (Californie) (¹) sont bien connus de tous les astronomes; il en est de même des travaux qui ont été exécutés là ou dans quelques observatoires privés et qui ont illustré ou fait connaître honorablement les noms de Gould, Bond, Walker, Coffin, Hubbard, H. Draper, Rutherfurd, Common, Simon Newcomb, Michelson, Pickering, Asaph Hall, Harkness, W.-A. Rogers, E. Holden, Davidson, A. Brown, Winlock, Winterhalter, etc., et celui de notre compatriote M. Trouvelot.

» On sait que l'Astronomie physique est particulièrement cultivée en Amérique, et qu'on y voit les instruments les plus puissants et les plus perfectionnés construits par des artistes d'un grand mérite, en tête desquels il faut citer MM. Alvan Clark père et fils pour l'Optique et la Mécanique, et M. Negus pour la Chronométrie. Il me serait impossible de rappeler, même succinctement, les remarquables découvertes accomplies, depuis moins d'un demi-siècle, par les astronomes américains, les admirables résultats qu'ils ont obtenus à l'aide de la Photographie, et d'indiquer les recherches délicates qu'ils poursuivent dans le domaine de la Spectroscopie et dans celui de la Photométrie.

» Ce n'est pas sans une émotion dont je ne crois pas avoir à me défendre que, grâce à la délicate attention de M. Simon Newcomb et des officiers attachés à l'observatoire naval de Washington, je me suis trouvé inopinément en présence du *photohéliographe horizontal* qui a servi à ces observations en 1874 et en 1882 pour la détermination de la parallaxe solaire par les observations des passages de Vénus (²). « Voilà votre enfant », me dit M. Newcomb en arrivant auprès de cet instrument, qui

---

(¹) Ce dernier observatoire est une fondation de feu M. Lick, qui y a consacré une somme de 700 000 dollars (3 600 000^{fr}).

(²) La description du photohéliographe, la manière de le mettre en station et la méthode à employer pour trouver la relation qui existe entre les positions apparentes de Vénus et du Soleil sur la sphère céleste et les positions de leurs images sur les photographies se trouvent dans l'Ouvrage intitulé : *Observations of the transit of Venus, december* 8-9, 1874; edited by Simon Newcomb, secretary of the Commission. Washington, 1880.

est en effet la reproduction exacte, seulement à une plus grande échelle, de celui que j'ai imaginé en 1860 et que nous avons employé, M. A. Girard et moi, à l'observation de l'éclipse totale du 18 juillet, à Batna, et, une seconde fois, à Salerne (Italie), en 1867 (¹). Ce n'est pas d'ailleurs la seule méthode française qui ait servi, en Amérique, à la détermination de la parallaxe solaire. Cet élément a été déduit, d'un autre côté, par MM. Simon Newcomb et Albert-A. Michelson, de la vitesse de la lumière mesurée à l'aide d'un appareil à miroir tournant très savamment construit et en se servant d'une base de $3721^{m},21$, distance du fort Myer au pied du monument de Washington (²).

» Les applications utiles ne sont pas perdues de vue et l'étude de la marche des chronomètres aux diverses températures et la transmission de l'heure dans les ports constituent, à l'observatoire de Washington surtout, le service qui est considéré comme le plus important.

» J'ai visité la nouvelle chambre dite *des températures*, où sont éprouvés les chronomètres, et la salle des appareils télégraphiques pour la transmission de l'heure, et j'ai assisté, à midi, à cette opération. L'impression que l'on garde de l'ensemble de ces installations est que le double but du service important qui y est organisé est parfaitement atteint.

» *Étude des chronomètres*. — On trouve dans une publication récente du commandant Allan-D. Brown (³), superintendent de ce service, les détails de construction de la chambre d'observation, et du régulateur au moyen duquel on y entretient la température voulue, pendant une semaine, à un quart de degré Fahrenheit près. Les chronomètres sont rangés dans trois classes : pour la première, les épreuves sont faites entre 32° F. (0° C.) et 120° F. (48°,84 C.); pour la deuxième, entre 45° F. (7°,22 C.) et 90° F. (32°,22 C.); la troisième classe comprend les chronomètres spécialement destinés aux expéditions polaires et on les éprouve au-dessous de 0° C. Pendant les années de 1884 à 1886, cinquante-quatre chronomètres, tous construits par des horlogers américains, ont été expérimentés, et les observa-

---

(¹) M. le professeur Winlock a imaginé indépendamment et proposé plus tard le même instrument pour l'observation des passages de Vénus.

(²) *Astronomical papers prepared for the use of the american Ephemeris and nautical Almanac;* vol. II, parts III and IV. *Velocity of light in air and refracting media.* Washington, 1885.

(³) *The observatory temperature room and competitive trials of chronometers in* 1884 *and* 1886. Washington, 1886.

tions, discutées avec le plus grand soin par le lieutenant Pendleton, ont démontré que l'horlogerie de haute précision avait fait de grands progrès, depuis quelques années, aux États-Unis. Le nombre des maisons qui ont concouru s'est élevé à dix; le prix des chronomètres reconnus admissibles pour le service de la marine est moyennement de 300 à 350 dollars (1500 à 1750^{fr}) et s'élève, pour les chronomètres exceptionnels, de 400 à 450 dollars (2000 à 2250^{fr}).

» Je crois encore devoir ajouter qu'on ne se contente pas, à l'observatoire naval, d'observer la marche des chronomètres en faisant varier la température; on fait aussi varier le degré d'humidité de l'enceinte en y tendant des toiles imprégnées d'eau et de chlorure de calcium en diverses proportions. On ne paraît pas, d'ailleurs, avoir trouvé de loi précise pour la marche des chronomètres, selon l'état hygrométrique. Chaque instrument a son tempérament spécial, révélé par le bulletin de marche qui l'accompagne.

» *Transmission de l'heure.* — L'heure de Washington est transmise, tous les jours, aux principaux ports de l'Atlantique. Depuis trois minutes avant midi jusqu'au coup de midi, l'heure est transmise, seconde par seconde, à l'exception de celle qui marque chaque demi-minute et des cinq secondes qui précèdent la minute entière.

» L'importance de ce service est si bien apprécié que les deux compagnies télégraphiques de *Western Union* et de *Baltimore and Ohio* suspendent le leur et prêtent, sans indemnité, leurs fils pendant les trois minutes nécessaires, bien que ce soit le moment du jour où le public en a le plus grand besoin. L'observatoire naval devient, pendant ce temps, une station des deux compagnies.

» Partout où le service est installé, un électro-aimant répète le son déterminé par le passage du courant, à chaque battement produit dans la salle de distribution de Washington.

» A midi précis, le courant fait tomber des balles dans les stations suivantes : Nouvelle-Orléans, Savannah, Washington (deux balles), Philadelphie, New-York, Newport, Wood's Holl (Mass.); Boston est desservi directement par l'observatoire de Cambridge, les ports du Pacifique le sont par une succursale de l'observatoire naval, située à Mare Island (Calif.), à 28 milles (45^{km}) de San-Francisco.

» Tous les ans, on installe des balles dans de nouvelles stations, partout d'ailleurs où les marins les réclament.

» Le même courant corrige, à midi, les trois cents à quatre cents hor-

loges répandues dans les écoles, les ministères, les établissements publics de Washington. Son effet est de ramener les trois aiguilles de chacune de ces horloges au zéro ($0^h 0^m 0^s$).

» Certains services importants, celui des pompiers, le *Signal Office* et le *Coast Survey* ont des lignes télégraphiques directes qui les unissent à l'observatoire naval, et peuvent réclamer l'heure toutes les fois qu'ils en ont besoin. Enfin, les particuliers obtiennent également l'heure en s'abonnant avec la Compagnie des Télégraphes. Nombre de manufacturiers, et en particulier tous les horlogers, sont abonnés.

» Les grands observatoires dont j'ai parlé en commençant ne sont pas les seuls que l'on rencontre en Amérique : il y en a dans toutes les universités, dans les collèges, dans les écoles d'ingénieurs. Chez ce peuple qui voyage tant et qui a tant à explorer dans son propre pays, les notions et jusqu'aux méthodes astronomiques élémentaires sont devenues en quelque sorte familières. Un fait très caractéristique suffira pour justifier ce que j'avance. Ne sait-on pas que les méridiens et les parallèles ou les perpendiculaires servent à délimiter non seulement certains États, mais même les parcelles de terres, les propriétés acquises par les colons dans les territoires nouvellement mis en exploitation? »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la résolution, dans un cas particulier, des équations normales auxquelles conduit la méthode des moindres carrés.* Note de M. **A. Port**. (Extrait.)

« Soit y une fonction de x de la forme

$$y = k_0 + k_1 x + k_2 x^2 + \ldots + k_i x^i + \ldots + k^m x_m$$

(k_0 n'étant pas nul, ce qui est toujours possible, en ajoutant au besoin une constante à la valeur de y).

» Supposons que l'expérience ait fourni un nombre n de couples de valeurs de y et x (n étant plus grand que $m+1$)

$$(y_1, x_1), \quad (y_2, x_2), \quad \ldots, \quad (y_i, x_i), \quad \ldots, \quad (y_n, x_n),$$

et que l'on veuille, à l'aide de ces valeurs, calculer les coefficients k_0, k_1, k_2, ... par la méthode des moindres carrés. Dans le cas particulier où les valeurs de x, à savoir x_1, x_2, ..., x_n, varient en progression arithmétique,

c'est-à-dire où l'on a

$$x_1 = u, \quad x_2 = 2u, \quad x_3 = 3u, \quad \ldots, \quad x_n = nu,$$

le calcul de ces coefficients s'effectue très facilement et très simplement. On aura, en adoptant en partie les notations de Jouffret (voir *Revue d'artillerie*, août 1873 et numéros suivants),

$$\begin{aligned}
k_0 &= L_0 + \alpha_1 L_1 + \alpha_2 L_2 + \ldots + \alpha_m L_m,\\
k_1 &= \frac{1}{u}(L_1 + \beta_2 L_2 + \ldots + \beta_m L_m),\\
k_2 &= \frac{1}{u^2}(L_2 + \ldots + \gamma_m L_m),\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\
k_m &= \frac{1}{u^m} L_m.
\end{aligned}$$

» Si nous posons

$$\begin{aligned}
y_1 + y_2 + \ldots + y_i + \ldots + y_n &= \Sigma(y_i),\\
y_1 + 2y_2 + \ldots + iy_i + \ldots + ny_n &= \Sigma(iy_i),\\
y_1 + 2^2 y_2 + \ldots + i^2 y_i + \ldots + n^2 y_n &= \Sigma(i^2 y_i),\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\
y_1 + 2^\mu y_2 + \ldots + i^\mu y_i + \ldots + n^\mu y_n &= \Sigma(i^\mu y_i),\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,
\end{aligned}$$

les valeurs de L_0, L_1, L_2, ... seront données par les égalités

$$\begin{aligned}
L_0 &= \frac{\Sigma(y_i)}{n},\\
L_1 &= \frac{\alpha_1 \Sigma(y_i) + \Sigma(iy_i)}{A},\\
L_2 &= \frac{\alpha_2 \Sigma(y_i) + \beta_2 \Sigma(iy_i) + \Sigma(i^2 y_i)}{B},\\
L_3 &= \frac{\alpha_3 \Sigma(y_i) + \beta_3 \Sigma(iy_i) + \gamma_3 \Sigma(i^2 y_i) + \Sigma(i^3 y_i)}{C},\\
L_4 &= \frac{\alpha_4 \Sigma(y_i) + \beta_4 \Sigma(iy_i) + \gamma_4 \Sigma(i^2 y_i) + \delta_4 \Sigma(i^3 y_i) + \Sigma(i^4 y_i)}{D},\\
L_5 &= \frac{\alpha_5 \Sigma(y_i) + \beta_5 \Sigma(iy_i) + \gamma_5 \Sigma(i^2 y_i) + \delta_5 \Sigma(i^3 y_i) + \varepsilon_5 \Sigma(i^4 y_i) + \Sigma(i^5 y_i)}{E},\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,
\end{aligned}$$

dans lesquelles les α, β, γ, δ, ε, ... et les A, B, C, D, E, ... sont les fonctions suivantes de n, c'est-à-dire du nombre de couples de valeurs fournies

par l'expérience, ou du nombre des équations de condition qu'il s'agit de résoudre par la méthode des moindres carrés :

$$\alpha_1 = -\frac{n+1}{2},$$
$$\alpha_2 = \frac{(n+1)(n+2)}{2.3},$$
$$\alpha_3 = -\frac{(n+1)(n+2)(n+3)}{2.2.5},$$
$$\alpha_4 = \frac{(n+1)(n+2)(n+3)(n+4)}{2.5.7},$$
$$\alpha_5 = -\frac{(n+1)(n+2)(n+3)(n+4)(n+5)}{2.2.3.3.7},$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots;$$
$$\beta_2 = -(n+1),$$
$$\beta_3 = \frac{6(n+1)^2+3(n+1)+2}{2.5},$$
$$\beta_4 = -\frac{2(n+1)^3+3(n+1)^2+5(n+1)}{7},$$
$$\beta_5 = \frac{15(n+1)^4+45(n+1)^3+140(n+1)^2+50(n+1)+24}{2.3.3.7},$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots;$$
$$\gamma_3 = -\frac{3(n+1)}{2},$$
$$\gamma_4 = \frac{9(n+1)^2+3(n+1)+5}{7},$$
$$\gamma_5 = -\frac{5(n+1)^3+5(n+1)^2+15(n+1)}{2.3},$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots;$$
$$\delta_4 = -2(n+1),$$
$$\delta_5 = \frac{20(n+1)^2+5(n+1)+15}{3.3},$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots;$$
$$\varepsilon_5 = -\frac{5(n+1)}{2},$$
$$\ldots\ldots\ldots;$$
$$A = \frac{(n-1)n(n+1)}{2.2.3},$$
$$B = \frac{(n-2)(n-1)n(n+1)(n+2)}{2.2.3.3.5},$$
$$C = \frac{(n-3)(n-2)(n-1)n(n+1)(n+2)(n+3)}{2.2.2.2.5.5.7},$$
$$D = \frac{(n-4)(n-3)(n-2)(n-1)n(n+1)(n+2)(n+3)(n+4)}{2.2.3.3.5.5.7.7},$$
$$E = \frac{(n-5)(n-4)(n-3)(n-2)(n-1)n(n+1)(n+2)(n+3)(n+4)(n+5)}{2.2.2.2.3.3.3.3.7.7.11},$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

» On peut, à l'aide des formules ci-dessus, calculer les valeurs numériques des coefficients α, β, ..., A, B, ..., pour des valeurs de n comprises entre deux nombres donnés, par exemple depuis $n = 6$ jusqu'à $n = 20$, et en former une Table. Dans l'application de la méthode, il ne restera plus à calculer que les $\Sigma(y_i)$, $\Sigma(iy_i)$, ..., ce qui se fera facilement, car il suffira de multiplier respectivement les y_1, y_2, y_3, ..., y_n, d'abord par 1, 1, 1, 1, ...; puis, par 1, 2, 3, ..., n; puis, les produits ainsi obtenus par 1, 2, 3, ..., n, et ainsi de suite, et de faire les sommes de ces divers produits. Ensuite, à l'aide de ces sommes, on calculera, en se servant de la Table, les L_0, L_1, L_2, ..., et enfin, les k_0, k_1, k_2, ... Nous renvoyons, pour plus de détails, au Mémoire déjà cité de Jouffret; nous nous contenterons de dire que, dans le cas particulier qui nous occupe (c'est-à-dire où les valeurs de x croissent en progression arithmétique, x pouvant évidemment être de la forme $a + lu$, a étant une constante et l représentant un des nombres 1, 2, 3, ..., n, auquel cas il faudra faire un changement de variable, en posant $x' = x - a$), l'application de la méthode des moindres carrés devient d'une simplicité extrême, nous oserons dire merveilleuse.... »

CHIMIE. — *Sur la réduction de l'alumine.* Note de M. **G.-A. Faurie.**

« On prend deux parties d'alumine bien pure et finement pulvérisée, on en fait une pâte avec une partie de pétrole ou autre hydrocarbure; cette pâte, bien battue, est additionnée d'une partie d'acide sulfurique. Lorsque la teinte jaune est bien uniforme, la masse bien homogène, et qu'il commence à se dégager de l'acide sulfureux, on verse la pâte dans un cornet de papier et l'on projette le tout dans un creuset chauffé au bon rouge, au-dessus de 800°, de manière à décomposer le pétrole. On laisse éteindre la flamme et refroidir le creuset. On retire le produit compact obtenu, on le pulvérise avec soin et on le mélange avec son poids d'un métal en poudre. Ce mélange est placé dans un creuset en plombagine, bien fermé, et le creuset est porté au blanc, dans un four à vent forcé. De nouveau, alors, on laisse refroidir le creuset et on l'ouvre. Au milieu d'une poudre métallique noire, on trouve des grains d'alliages d'aluminium, plus ou moins riches.

» Ce procédé de réduction de l'alumine s'applique à la silice, à la chaux, à la magnésie, etc. »

M. **Baillet** adresse une Note relative à diverses propositions de Géométrie élémentaire.

La séance est levée à 3 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 septembre 1887.

Du pouvoir amplifiant du microscope; par le Dr Léon Didelot. Paris, F. Savy, 1887; br. in-8°.

Traité clinique des fièvres larvées (fièvres des marais); par le Dr Albert Tartanson. Paris, Félix Alcan, 1887; in-8°. (Présenté par M. Brown-Séquard.)

Mémoires de la Société d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts de la Marne; année 1885-1886. Châlons-sur-Marne, 1887; br. in-8°.

Annales du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique, t. XIII. *Description des ossements fossiles des environs d'Anvers; par* P.-J. van Beneden. 5e partie, texte et planches. Bruxelles, F. Hayez, 1886; 2 in-f°.

Annales de la Société malacologique de Belgique, T. XXI (4e série, t. I); année 1886. Bruxelles, P. Weissenbruch; in-8°.

Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles, rédigées par J. Bosscha, etc., t. XXII, 1re livraison. Harlem, les héritiers Loosjes, 1887; br. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 19 septembre 1887.

Service hydrographique de la Marine, n° 697. — *Océan Indien. Instructions générales. Vents, courants et routes principales de navigation.* Paris, Imprimerie nationale, 1887; in-8°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Recherches sur l'étiologie de la paralysie générale chez l'homme; par le Dr Jules Christian; br. in-8°. (Publications du *Progrès médical.*)

Hallucination; par le Dr Jules Christian. (Extrait du *Dictionnaire encyclopédique des Sciences médicales.*) Paris, G. Masson; br. in-8°.

Suite à mes Notes à propos du choléra; par P.-R. Poujade. Montauban, 1887; br. in-8°.

Hypnotisme. Double conscience et altérations de la personnalité; par le D[r] Azam. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1887; in-12.

Le caractère dans la santé et dans la maladie; par le D[r] Azam. Paris, Félix Alcan, 1887; in-8°.

Bibliographie des Sociétés savantes de la France; par M. Eugène Lefèvre-Pontalis. (Publication du Comité des Travaux historiques et scientifiques.) Paris, Imprimerie nationale, 1887; in-4°.

L'Australie et Salomon, par T. Calderon. Paris, imprimerie des Écoles, 1887; br. in-8°.

Revue internationale scientifique et populaire des falsifications des denrées alimentaires; 1[re] année, 15 septembre 1887; 1[re] livraison, in-f°. Amsterdam, Albert de Lange; Paris, J.-B. Baillière et fils.

Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de médecine de Belgique; T. VIII, 4[e] fasc. Bruxelles, F. Hayez, 1887; br. in-8°.

Contribution à l'étude du système crétacé de la Belgique; par H. Forir. I. *Sur quelques Poissons et Crustacés nouveaux ou peu connus.* Liège, H. Vaillant-Carmanne, 1887; br. in-8°.

Mittheilungen über das Germanium; von Clemens Winkler (*Journal für praktische Chemie*). 1887; br. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 12 septembre 1887.)

Note de M. *R. Liouville,* sur une classe d'équations différentielles :

Page 463, ligne 4, *au lieu de* $v = \psi(x, y)$, *lisez* $v = \psi(x, Y)$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 SEPTEMBRE 1887.

PRÉSIDÉE PAR M. HERVÉ MANGON.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la trombe récente du lac de Genève.* Note de M. **H. Faye.**

« Dans la séance du 29 août, j'ai eu l'honneur d'entretenir l'Académie des tornados américains, en insistant sur le mouvement *descendant* qui caractérise ces phénomènes, aussi bien que les trombes, les typhons et les cyclones. Dans la même séance, M. le Secrétaire perpétuel a communiqué une lettre de M. Ch. Dufour, d'après laquelle diverses personnes auraient vu, au contraire, un mouvement giratoire *ascendant* dans la trombe du 19 août sur le lac de Genève. Cette contradiction n'a rien qui doive surprendre. En fait, l'aspect d'une trombe donne à croire, en certains cas, à de simples témoins oculaires, que l'eau monte en tournoyant dans son tube nébuleux. Ces témoins ne s'étonnent même pas de ce qu'un tuyau formé

d'une simple nébulosité puisse, en passant sur un fleuve ou un lac, y pomper des milliers de tonnes d'eau, les entraîner dans son rapide mouvement de translation, et marcher aussi vite après qu'avant cette énorme surcharge. Et comme on n'a jamais vu de trombes se briser sous le poids et laisser retomber toute cette eau, on leur a bien fait croire qu'elles la déversaient dans les nues!

» Mais un observateur véritable, tel que Buffon ou Spallanzani, juge bien vite que l'impression visuelle est ici une pure illusion, comme celle qu'on subit toujours en wagon ou en bateau. En effet, la trombe, enveloppée d'une nébulosité généralement opaque, ne laisse rien voir dans son intérieur, et l'eau, bien loin de monter dans le tube, est, au contraire, chassée violemment tout autour de lui.

» J'ai fait voir autrefois (¹) que l'illusion tient à ce que le spectateur rapporte à l'intérieur de la trombe des mouvements qui, en réalité, lui sont extérieurs. Je suis heureux de l'occasion qui se présente de développer et de compléter cette explication; pour cela il n'est pas besoin d'autres faits que ceux que M. Ch. Dufour nous a signalés dans son intéressante lettre.

» Afin de fixer d'abord les idées sur un phénomène beaucoup plus net, prenons le cas d'une vis posée verticalement sur une base horizontale. Si vous la faites tourner à l'inverse de son propre sens, un spectateur regardant ces spires verra la vis monter dans le sens de son axe. Elle aura l'air de sortir continuellement de son support d'en bas pour s'enfoncer dans la pièce qui la surmonte. De même, une tige de cristal tordue en hélice et animée d'un mouvement de rotation donnera l'impression fort nette d'une veine fluide qui coule. Évidemment, ce mouvement longitudinal est une pure illusion, car la vis ou la tige de verre ne sauraient être indéfinies; d'ailleurs, on n'a qu'à suivre de l'œil quelque petite marque faite sur l'un des filets pour voir qu'il ne s'agit que d'une rotation et non d'une translation. Quant à la cause de l'illusion, elle est bien simple. Chaque demi-spire antérieure est remplacée successivement, quand la vis tourne, par la moitié postérieure, qui est plus élevée. Les demi-spires visibles, prises en particulier et dans leur ensemble, paraissent donc monter.

» Le phénomène des trombes a quelque analogie avec le précédent. Voici les faits recueillis par M. Ch. Dufour :

(¹) *Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1875, dans la Notice intitulée : *Défense de la loi des tempêtes*, p. 498 et 499, et dans l'*Annuaire* de 1886, p. 796-800.

» 1° M. Ch. Testuz a vu la trombe quitter le lac pour aller se perdre dans les vignes au delà du Désaley; il ajoute :

» Je n'ai pas remarqué trace de son passage dans les vignes; il paraît qu'en sortant de l'eau la colonne s'est immédiatement élevée.

» C'était la première fois que je voyais une trombe : ce spectacle était vraiment magnifique.

» Lorsque la colonne était sur le lac, l'eau avait un mouvement de rotation vertigineux, tel qu'on aurait dit plusieurs roues de bateau à vapeur. La base de la colonne ressemblait à de la fumée, même assez opaque, qui tourbillonnait, puis s'élevait en spirale, formant parfois une espèce de cornet ou de cône renversé qui allait se perdre dans les nuages. La colonne était assez inclinée; lorsque le pied se trouvait devant le Treytorrens, le sommet semblait arriver sur le village de Chexbres.

» 2° La partie inférieure de la trombe, disent MM. Despond et Arnaud, n'avait pas l'apparence d'une nappe limpide, mais plutôt celle d'une masse écumeuse ou nuageuse, formée par les gouttes d'eau qui montaient. Le tout avait un mouvement de rotation très rapide dans le même sens que les aiguilles d'une montre (¹); mais, derrière la trombe, une grande quantité d'eau retombait sous forme d'une pluie abondante.

» Ces faits n'ont d'ailleurs rien de nouveau : ils se reproduisent invariablement pour toutes les trombes ou tornados qui atteignent la surface de l'eau. Ce que ces messieurs de Genève ont vu et décrit, c'est précisément ce que les marins appellent le *buisson*, c'est-à-dire la masse d'apparence tourbillonnante, formée en bas par l'eau profondément labourée, puis projetée en forme d'écume, de fortes gouttes et d'embrun. C'est l'effet tout naturel des girations de l'air qui fouettent l'eau avec la violence dont le récit de M. Testuz nous donne une idée frappante, et de la puissance ascensionnelle de l'air qui s'échappe de la trombe. Or l'eau du buisson n'était nullement entraînée dans la trombe : *M. Testuz la voyait retomber dans le lac sous forme de pluie*, à l'arrière du moins [à cause de l'inclinaison de la trombe (²)]. Enfin, ce buisson, souvent très élevé (15^m ou 20^m, d'après M. Colladon), est en partie transparent (dans sa partie supérieure) et laisse voir, en son milieu, le tube opaque et nébuleux qui descend jusqu'à l'eau.

» Examinons-le de plus près. Les gouttes d'eau et l'écume qui le composent sont lancées obliquement vers le haut, dans une série de plans verticaux partout tangents aux girations circulaires, puis retombent plus

(¹) Ce sens de rotation exceptionnel est à noter.

(²) *Voir*, à ce sujet, les trombes marines très inclinées dessinées par M. l'amiral Mouchez

loin en décrivant leurs paraboles. Si vous regardez les bords du buisson, à droite ou à gauche, l'œil n'y rencontrera que des trajectoires se croisant, se projetant les unes sur les autres; il n'aura là que la perception d'une écume confuse. Mais si vous regardez au milieu, là où se trouve le tube nébuleux et opaque de la trombe qui cache la partie postérieure du buisson, vous pourrez percevoir quelque peu du mouvement régulier des gouttes antérieures. Seulement, ce mouvement ne se dessinera que sur le tube nébuleux; avant d'y arriver et après l'avoir dépassé, les gouttes ou leurs trajectoires ne pourront être distinguées du milieu confus sur lequel elles se projettent avec les autres. Elles sembleront donc appartenir plutôt au fond de tableau que fournit le tuyau de la trombe; elles y dessineront rapidement de courtes trajectoires relativement brillantes, à peu près parallèles entre elles, fortement obliques à l'horizon et se renouvelant sans cesse. Le spectateur, qui ne voit que cela d'un peu net, finira par éprouver une impression analogue à celle de la vis dont je parlais tout à l'heure; les rapides trajectoires ascendantes des gouttes, limitées à ce tube et vues de loin, d'une vision un peu confuse, lui feront croire, surtout si l'on veut bien l'y aider, que l'eau monte en spirales continues dans la trombe elle-même. Ce rapide mouvement ascendant est réel, j'entends celui des gouttes; l'illusion consiste à l'attribuer à la trombe, tandis qu'il appartient au buisson ou à l'embrun que l'air chassé entraîne avec lui; l'imagination le prolonge ensuite jusqu'aux nues.

» Si vous interrogez un spectateur sans l'avertir qu'il peut y avoir là un pur effet de perspective, lui disant : « N'avez-vous pas remarqué que la » trombe pompait l'eau du lac? » il vous répondra : « Effectivement, je » crois bien avoir vu quelque chose de cela; mais l'eau ne montait pas en » nappe limpide (comme dans le tube d'une pompe) : c'étaient plutôt des » gouttelettes en grand nombre qui montaient en spirales dans ce tuyau ».

» Cette illusion a servi de base à la Météorologie actuelle qui voit partout, dans les cyclones, les typhons, les tornados et les trombes, des mouvements ascendants, des phénomènes d'aspiration de bas en haut suivant l'axe de ces tourbillons. Cela explique pourquoi les météorologistes tiennent tant à établir que l'eau monte en spirales dans les trombes [1].

---

[1] On a bien essayé de donner à l'ancienne théorie une autre base expérimentale que celle dont nous venons de constater la nature illusoire; on a dit que l'air doit nécessairement monter dans les cyclones puisque les girouettes y indiquent, en bas, un mouvement spiraloïde et centripète du vent. Il n'en est pas ainsi. Dans tout cyclone

» Je ne quitterai pas l'intéressante Lettre de M. Ch. Dufour sans dire quelques mots d'une remarque de M. Despond à laquelle M. Dufour attache de l'importance. On a depuis longtemps cherché à expliquer la formation des trombes par la rencontre de deux vents. Cette explication est manifestement insuffisante, car les tornados ou les trombes marchent aussi bien contre le vent qu'avec le vent, et se montrent souvent par un calme parfait, ou par des vents soufflant perpendiculairement à leur trajectoire ([1]). Cependant, il y a là une idée séduisante de prime abord, qui remonte, je crois, à Monge, et que M. Finley paraît être enclin à adopter. M. Despond a pensé que la trombe de Genève devait s'être formée ainsi à la rencontre de deux vents, celui du sud qui souffle, souvent avec une grande violence, dans la partie orientale du lac, et celui de l'ouest qui souffle dans la partie occidentale. D'après lui, la route suivie par la colonne était précisément la ligne de démarcation de ces deux vents. Cette opinion est purement théorique, car M. Despond n'a constaté ni l'existence simultanée de ces deux vents, ni celle de leur ligne de démarcation (?), à l'époque de l'apparition de la trombe ([2]).

» Je ferai remarquer que cette trombe, comme toutes celles qui ont été bien étudiées, est une reproduction en petit des trombes de Monville, d'Assonval, de Moncetz en France, de Hallsberg en Suède, ainsi que des

---

non déformé, les observations *faites en mer* montrent que ces prétendues spirales sont circulaires, surtout dans le voisinage de l'équateur. Au centre, là où cet afflux devrait être le plus violent, on ne trouve qu'une région circulaire de calme presque absolu (cf. H. Faye, *Sur les tempêtes, théories et discussions nouvelles;* Gauthier-Villars, 1887). Il serait d'ailleurs bien plus aisé de constater cet afflux centripète sur les tornados que sur les cyclones. Or on ne trouve également sur le sol dévasté par les tornados que la trace de girations parfaitement circulaires (cf. *Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1886).

([1]) Il est, d'ailleurs, évident qu'un pareil mode de génération serait inapplicable aux cyclones qui parcourent d'immenses étendues sur notre globe.

([2]) Quant à la hauteur de la trombe, que M. Ch. Dufour estime à 100^m environ, je crois que les observations qu'il a calculées n'étaient pas bien exactes, car M. Testuz nous dit que l'embouchure de cette colonne se perdait dans les nuages, ce qui est parfaitement d'accord avec les faits mille fois observés ailleurs. Or le ciel était couvert et, bien qu'il s'y présentât des nimbus (les ouvriers du chemin de fer de la côte ont reçu une forte averse dans le voisinage de la trombe), il me paraît difficile que la couche nuageuse n'ait eu qu'une hauteur de 100^m à 120^m au plus. Si l'on connaissait l'inclinaison de cette trombe et la distance du Treytorrens au village de Chexbres, une remarque de M. Testuz donnerait peut-être mieux la vraie hauteur de la trombe.

milliers de tornados aux États-Unis. Si, en quittant le lac pour passer sur les vignes, elle n'avait cessé de toucher terre, elle aurait tracé dans ces vignes, avec l'énergie de *plusieurs roues de bateau à vapeur*, une allée de toute sa largeur, et, sur tout son parcours, on n'y aurait plus trouvé que des troncs arrachés ou brisés et des échalas lancés de tous côtés. Son buisson aurait été formé de cailloux, de poussière, de feuilles et de débris, non d'écume et de gouttes d'eau. De même la trombe de Monville a taillé dans les bois de Clères une effroyable allée d'arbres abattus ou brisés comme des fétus sur un parcours de plusieurs kilomètres, un *windrow* ou un *windfall*, comme on dit en Amérique. L'identité de ces phénomènes est complète.

» Ce qui me donne l'espoir de voir bientôt la vérité triompher aux États-Unis, c'est l'assertion suivante, qui s'adresse aux trombes aussi bien qu'aux tornados :

» Quand un tornado disparaît, dit M. Finley, il commence par quitter la terre et s'élève peu à peu vers les nues : cela montre que son action dépend de *forces existant dans les régions supérieures*.

» La trombe du 19 août a eu une fin toute pareille.

» Quand la trombe a fini, dit M. Cordey, elle a paru se retirer dans le ciel, toujours avec une partie inférieure assez mince. Pour me servir de la comparaison d'un témoin oculaire, elle avait alors l'apparence d'un serpent qui retire sa queue.

» Jamais trombe, jamais tornado ne s'est formé au ras du sol pour, de là, monter vers le ciel. Toujours on le voit s'ébaucher dans les nuées, y former tout d'abord une sorte de téton, en sortir de plus en plus comme une monstrueuse trompe d'éléphant pendillant en l'air, jusqu'à ce qu'il ait atteint le sol dans son mouvement de descente, attestant ainsi, tout comme les phénomènes susdits de la disparition, qu'il est dû à *des forces existant dans les régions supérieures de l'atmosphère*. Dans toutes ces phases, le mouvement de translation rapide ne cesse pas, même quand la trombe se met à danser : force est donc d'admettre que ce foyer de forces qui existe en haut marche lui-même à grande vitesse dans une direction *indépendante* des accidents du sol ou des vents inférieurs (¹). Et comme tous les effets mécaniques des trombes ou des tornados s'expliquent par la violence de leurs girations parvenues, en descendant, jusqu'au

---

(¹) La loi de distribution des orages et des tornados dans les cyclones achèverait au besoin cette démonstration.

sol qui les arrête, il faut bien finalement se résoudre à les faire naître dans les vastes courants supérieurs de l'atmosphère d'où nous les voyons, sans illusion à craindre, descendre jusqu'en bas. *C'est d'ailleurs la seule explication possible de leur mouvement de translation.*

» On se figure difficilement, il est vrai, que le mouvement d'une masse fluide, dans laquelle existent des différences de vitesse, puisse donner lieu à autre chose que des tourbillons passagers ayant leurs axes orientés en tous sens, et dont la coexistence ne saurait aboutir qu'à des mouvements tumultueux. Mais, au cas particulier qui nous occupe, les choses sont bien plus simples. La masse fluide se meut dans notre atmosphère, sous l'influence de la pesanteur, à la manière d'un courant très peu incliné sur les surfaces de niveau successives. Dès lors les girations les plus importantes, les plus durables se régleront sur la direction même de la pesanteur, et ces girations tendant à se développer, à se joindre, pourront donner lieu à une giration résultante unique résumant toutes les énergies des tourbillons partiels.

» Il est bien remarquable que l'observation soit en plein accord avec cette simple conception. On voit, je le répète, au début de chaque tornado, apparaître des girations partielles, trop faibles pour descendre jusqu'à nous, mais qui finissent par s'unir en une seule dont l'énergie subitement accrue se manifeste aussitôt en descendant jusqu'au sol, par des dévastations redoutables. Et l'on voit ce tourbillon résultant suivre la même route que ceux qui l'ont formé par leur réunion. Il se retire et s'évanouit lorsqu'il a fait disparaître, dans le courant général, les différences de vitesse qui lui ont donné naissance, et il laisse à ce courant un régime plus régulier et plus lent.

» Des faits analogues se présentent dans nos cours d'eau. Ils sont bien connus des ingénieurs, qui les ont soumis à une étude spéciale, tels que Venturi, Belgrand, général Morin, etc. Je les ai transportés dans l'atmosphère et j'ai fait voir en outre que les spires de ces tourbillons à axe vertical ont toujours une tendance à descendre jusque dans le milieu immobile au-dessus duquel coule le fleuve aérien (¹); ils concentrent sur une aire de plus en plus étroite, et finalement sur le sol ou sur la mer, presque toute l'énergie emmagasinée dans la vaste embouchure supérieure. Peut-être la Mécanique rationnelle sera-t-elle un jour en état de suivre par

(¹) *Sur les tempêtes, théories et discussions nouvelles.* Gauthier-Villars, 1887, p. 38, 39, 40, 41.

l'analyse ces grands phénomènes et de donner plus de développement, plus de certitude à leur étude :

... 'tis a consummation
Devoutly to be wish'd.....

» En attendant, il importe de s'en faire une idée aussi nette que possible en prenant pour guide les faits observés, dépouillés de toute illusion. Je crois être arrivé ainsi à ébaucher la véritable météorologie dynamique, en montrant que les trajectoires des cyclones nous révèlent et nous dessinent les fleuves aériens qui constituent la circulation de l'atmosphère dans des régions inaccessibles, même à nos aéronautes ([1]), et en faisant voir que les orages, les averses, les grêles, les tornados, le fœhn, le sirocco, le simoun, les grains arqués, etc. ([2]), ne sont que des manifestations partielles, de même forme que les cyclones, manifestations qui se produisent dans ces mêmes cyclones et s'y étagent suivant des lois fixes, malgré le bouleversement apparent des éléments. »

PHYSIOLOGIE. — *De la mesure des forces qui agissent dans le vol de l'oiseau.* Note de M. **Marey.**

« L'Anatomie montre que presque toutes les masses musculaires qui agissent sur l'aile de l'oiseau servent à en produire l'abaissement. D'autre part, les données cinématiques tirées de la photochronographie font voir que, pendant l'abaissement de l'aile, la masse de l'oiseau est soutenue contre la pesanteur et poussée en avant malgré la résistance de l'air. Enfin, d'après l'angle que fait le plan de l'aile remontante avec la direction de son mouvement de translation, il est évident que l'air ne peut agir que sous sa face inférieure, de manière à soutenir le poids de l'oiseau à la façon d'un cerf-volant, en lui faisant perdre une partie de la vitesse acquise pendant l'abaissement de l'aile ([3]).

([1]) Mais non aux poussières lancées par certains volcans. Cf. le P. Braun, dans les *Memorie degli spettroscopisti italiani*, april 1887, p. 63.

([2]) Voir ma Notice *Sur les orages et sur la formation de la grêle*, dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1887; pour les grains arqués, le t. CI des *Comptes rendus*, p. 460 et suiv.; pour les relations des cyclones et des tornados, ma brochure de cette année *Sur les tempêtes*.

([3]) Tout prouve que l'aile, pendant sa remontée, est incapable de frapper l'air

Des deux composantes de la force motrice dans le vol.

» L'abaissement de l'aile ayant ce double effet, de soutenir l'oiseau contre la pesanteur et de le propulser horizontalement en surmontant la résistance de l'air, nous devons étudier séparément les deux composantes, d'où se déduira ultérieurement la valeur totale de la force motrice.

» A. *Composante verticale.* — Nos expériences ont montré ([1]) que le centre de gravité de l'oiseau se meut sensiblement sur une ligne horizontale; on est donc en droit de conclure que la pression de l'air sous la face inférieure des ailes qui s'abaissent est précisément égale au poids de l'oiseau, quand le vol ne s'accompagne d'aucun changement de hauteur. Dans le vol de notre goéland, la composante verticale F sera de $0^{kg},623$ ([2]).

» Cette proposition est évidente *a priori*: nous l'avons toutefois démontrée expérimentalement au moyen d'un appareil qui imite grossièrement le battement de l'aile d'un oiseau, réduit à sa phase d'abaissement ([3]).

---

d'une manière utile à la propulsion. L'imbrication des pennes n'est disposée que pour résister à la pression de l'air agissant à leur face inférieure. En outre, les photographies instantanées montrent clairement que pendant la remontée de l'aile ses pennes s'écartent les unes des autres; elles laisseraient donc passer l'air, qui les rencontrerait par en haut.

([1]) *Voir* la Note du 5 septembre 1887.

([2]) Si l'on admet la réalité de l'oscillation verticale du centre de gravité dont l'amplitude est de $0^{m},01$ à chaque abaissement de l'aile, c'est-à-dire en $\frac{1}{10}$ de seconde, il faut admettre pour la composante verticale une valeur plus grande. Comme sous l'action de la pesanteur l'oiseau tomberait de $0^{m},05$ environ en $\frac{1}{10}$ de seconde, la force qui le fait monter de $0^{m},01$ est cinq fois moindre que le poids de l'oiseau. La valeur totale de la composante verticale des muscles sera $\frac{6}{5}$ du poids du corps, ou $0^{kg},747$.

([3]) L'appareil se compose de deux ailes légères en forme de triangles allongés dont les bases sont articulées par deux charnières sur un bâti auquel on donne un poids variable en le chargeant plus ou moins de grenaille de plomb.

Un ressort de caoutchouc agit sur les deux ailes pour en produire l'abaissement. Quand on relève celles-ci, le ressort se bande et l'on peut maintenir l'appareil dans cette position au moyen d'un fil tendu entre deux crochets placés à la face dorsale des ailes. Dès qu'on brûle le fil, le ressort se détend en abaissant brusquement les ailes et en soulevant tout l'appareil si le poids total de celui-ci n'est pas trop grand.

En ajoutant des charges successives de grenaille de plomb, on voit le soulèvement diminuer graduellement, et disparaître tout à fait pour une certaine charge. A cet instant, la pression de l'air sous les ailes qui s'abaissent ne fait plus que soutenir l'appareil; elle doit donc être précisément égale à son poids. De son côté, le moment de la force du ressort est égal à celui des pressions que l'air exerce sur la face inférieure des ailes; pour déterminer ce dernier, il faut chercher quel est le *centre d'action* de

» B. *Composante horizontale.* — Si l'oiseau se transportait d'un mouvement uniforme dans un plan horizontal, la force capable de produire ce mouvement n'aurait à surmonter que la résistance de l'air à laquelle elle serait constamment égale et contraire. Mais on a vu sur les photochronographies que la vitesse de l'oiseau varie aux différentes phases d'une révolution de l'aile; qu'elle croît dans la phase d'abaissement et décroît dans celle d'élévation. Ainsi, indépendamment de la force nécessaire à surmonter la résistance de l'air, l'oiseau développe dans l'abaissement de son aile, c'est-à-dire en $\frac{1}{10}$ de seconde, une force capable d'imprimer à sa masse une certaine accélération. Or, comme les forces se mesurent par l'accélération qu'elles produisent, nous pouvons écrire la proportion suivante :

$$F' : a :: P : g',$$

---

l'aile, c'est-à-dire le point auquel s'appliquerait la résultante de toutes les pressions que l'air exerce au-dessous de sa surface en mouvement.

Si l'on admet, ce qui est sensiblement exact, que la résistance de l'air contre une surface en mouvement est proportionnelle au carré de la vitesse, on conçoit que, dans son déplacement angulaire, l'aile éprouve peu de pression sur les éléments de sa surface voisins de la charnière, tandis que la pression est très grande près de son extrémité, dont le mouvement est très rapide. D'autre part, si l'on tient compte de la forme triangulaire de l'aile, on voit que sa surface diminue de plus en plus à mesure qu'on s'approche de la pointe. Pour une aile de forme triangulaire, le centre de pression se trouve sur la perpendiculaire abaissée de la pointe sur sa base et aux $\frac{2}{5}$ de la longueur de cette ligne, en comptant à partir de la base. Marquons d'un signe visible la position du centre de pression sous chacune des ailes.

D'après ce qu'on a vu plus haut, le moment de la résistance de l'air sera pour chaque aile la moitié du poids de l'oiseau multipliée par les $\frac{2}{5}$ de la longueur de l'aile. Or, pendant la détente d'un ressort, la force de celui-ci est continuellement égale à la résistance qui lui est opposée (nous ne tenons pas compte de l'inertie des ailes qui sont très légères et dont les mouvements ne changent pas de sens d'une manière brusque). S'il est vrai que la résistance de l'air sous les ailes soit égale au poids de l'oiseau, on devra équilibrer la force du ressort en appliquant sous chacun des centres de pression une poussée ascendante égale à la moitié du poids de l'appareil. C'est ce que vérifie l'expérience. En effet, si l'on place deux supports fixes sous les deux centres de pression, l'appareil se soutient les ailes étendues, exerçant sur chacun des supports une pression égale à la moitié de son poids; la force élastique du ressort fait alors exactement équilibre à la pesanteur.

Cet équilibre n'existe que pour un poids déterminé de l'appareil; si on le charge trop, la force élastique du ressort est vaincue et le corps de la machine s'abaisse entre ses deux supports, tandis que les ailes se relèvent. Si l'appareil est trop peu chargé, le ressort est trop fort et la machine se soulève sur ses appuis fixes en abaissant ses ailes (Travaux de mon laboratoire, 1875. Paris, G. Masson).

dans laquelle F′ représente la composante horizontale qu'il s'agit de mesurer, a l'accélération qu'elle produit, $0^{m},035$ en $\frac{1}{10}$ de seconde, P la force de la pesanteur appliquée à l'oiseau, ou son poids $0^{kg},623$, g' l'accélération imprimée par la pesanteur en $\frac{1}{10}$ de seconde ou $0^{m},05$, d'où

$$F' = \frac{0,035 \times 0,623}{0,05} = 0^{kg},449.$$

» Ainsi, à chacun de ses abaissements, l'aile développe, suivant une direction horizontale, une force moyenne de $0^{kg},449$ qui imprime au corps de l'oiseau une certaine accélération.

» D'autre part, l'aile développe encore dans le même sens une certaine force pour surmonter la résistance de l'air. La valeur de cette résistance peut se déduire de ce fait, qu'elle neutralise entièrement, pendant la remontée de l'aile, l'accélération produite pendant la descente (¹).

» On peut donc admettre que, pendant son abaissement, l'aile crée une force propulsive horizontale de $0^{kg},898$ dont 449^{gr} surmontent la résistance de l'air et 449^{gr} créent l'accélération que la photochronographie a révélée.

» Ainsi les deux composantes de la force qui meut l'oiseau pendant l'abaissement de son aile ont pour valeurs :

Composante verticale	$0^{kg},623$
Composante horizontale	$0^{kg},898$

» En construisant le parallélogramme des forces, la résultante obtenue est de $1^{kg},080$ environ à chaque abaissement d'aile, valeur qui correspond à la force totale qui soutient et propulse l'oiseau pendant l'abaissement des ailes.

De la force effectivement développée par les muscles de l'oiseau.

» Égalons le moment de la résistance de l'air à celui de la force musculaire de l'oiseau.

» La dissection montre que le tendon des muscles pectoraux est inséré à $0^{m},017$ du centre du mouvement de l'articulation ; c'est par ce bras du

(¹) Ceci n'a lieu que dans le plein vol où les variations de vitesse de l'oiseau oscillent autour d'une valeur moyenne. Dans l'essor, au contraire, les accélérations produites par l'abaissement de l'aile sont plus grandes que les ralentissements qui en accompagnent la relevée. Ces deux accélérations de signes contraires tendent à devenir égales et atteignent l'égalité quand la vitesse moyenne cesse de s'accroître.

levier qu'il faut multiplier la force musculaire pour avoir son moment d'action [1].

» Le point d'application de la résistance de l'air est sensiblement situé aux $\frac{2}{3}$ de la longueur de l'aile, en comptant à partir de l'articulation. C'est ce point qu'on désigne sous le nom de *centre de pression de l'air* ou de *centre d'action de l'aile* pendant sa phase d'abaissement [2]. Cette longueur correspondait sur notre goéland à $0^{m},30$. Il est probable que c'est par ce bras de levier que doivent se multiplier les deux composantes de la résistance de l'air dont la résultante est $1^{kg},080$.

» On aura donc l'égalité suivante

$$1^{kg},080 \times 0^{m},30 = f \times 0,017;$$

d'où

$$f = 19^{kg},060.$$

De la force spécifique des muscles pectoraux du goéland.

» On appelle *force spécifique* d'un muscle l'effort dont est capable un faisceau de ce muscle dont la section aurait l'unité de surface, le centimètre carré.

» En divisant l'effort total des pectoraux $19^{kg},060$ par $11^{cc},40$, surface de ces muscles perpendiculaires à la direction des fibres, on trouve, pour la force spécifique de ces muscles, $1^{kg},672$ [3]. »

---

(1) Comme l'attache du muscle se fait par un large tendon, nous avons pratiqué la section transversale de ce tendon et considéré comme point d'attache le lieu où se trouve, sur l'humérus, le centre de gravité de cette surface de section. Notons enfin que la légère obliquité des fibres musculaires, par rapport à la direction de l'humérus, rend le bras du levier de leur force un peu plus court encore que nous ne l'avons estimé.

(2) En raison de la forme de l'aile du goéland, qui n'est ni un triangle ni un rectangle, nous avons cru pouvoir placer le centre de pression, non pas aux $\frac{3}{5}$, ni aux $\frac{3}{4}$, mais aux $\frac{2}{3}$ de la longueur de l'aile.

(3) J'ai cherché autrefois à déterminer expérimentalement cette force spécifique, en électrisant les muscles d'un oiseau et en cherchant le poids maximum qui, fixé à l'extrémité de l'humérus, pût être soulevé par cet effort. J'avais ainsi obtenu, comme valeur de la force spécifique des muscles, 1200^{gr} pour la buse, et 1400^{gr} pour le pigeon. Mais ces efforts provoqués par des excitations artificielles ne pouvaient être considérés comme l'expression exacte de ceux qui se produisent dans les conditions physiologiques du vol (voir la *Machine animale*, p. 218).

M. **Resal** expose à l'Académie les résultats de ses recherches sur la cause de la catastrophe de Zug.

M. le général **Perrier** offre à l'Académie, au nom du Ministre de la Guerre :

1° Le tome XIII du *Mémorial du Dépôt de la Guerre*, exclusivement consacré aux opérations relatives à la jonction géodésique et astronomique de l'Algérie avec l'Espagne. Ce Volume contient, en première ligne, *in extenso*, le Mémoire que nous avons rédigé en commun avec notre Confrère M. le général Ibañez et que j'ai déjà eu l'honneur d'offrir à l'Académie en notre nom commun. La seconde partie est consacrée aux opérations spécialement exécutées en Algérie et comprend :

a. La mesure de la différence de longitude, par voie télégraphique, entre Alger et M'Sabiha, mesure qui rattache la station de M'Sabiha à la station centrale de Paris, par Alger et Marseille;

b. La triangulation ayant pour objet de rattacher à la triangulation algérienne le côté

Filhaoussen-M'Sabiha,

qui est la base, en Algérie, du quadrilatère hispano-algérien;

2° Deux feuilles récemment parues de la nouvelle Carte de France au 200000e, gravée sur zinc en sept couleurs. Dans ces deux feuilles, qui contiennent des régions assez montagneuses, l'estompe, qui donne du relief au terrain, a été exécutée dans l'hypothèse de la lumière oblique venant du nord-ouest. Les détails de la planimétrie restent aussi plus nettement visibles.

« Afin de bien montrer l'utilité de l'estompe pour la lecture rapide, dit M. le général Perrier, la compréhension instantanée, pour ainsi dire, du relief du sol, les deux feuilles sont accompagnées de deux autres feuilles qui n'en diffèrent que par l'absence de l'estompe. Une comparaison sommaire suffit pour bien mettre en évidence le fait que j'ai déjà plusieurs fois signalé à l'Académie, que si, pour définir le relief du sol, les courbes seules conviennent à l'ingénieur, qui peut en tirer des coupes, des profils exacts, elles ne sauraient suffire, si ce n'est dans les pays très accidentés, pour donner, à première vue, au militaire, au géographe, au touriste une notion exacte du relief.

» En terminant cette courte Communication, qu'il me soit permis de

signaler à l'Académie un fait important, qui intéresse la Géographie française.

» Le Dépôt de la Guerre, on le sait, était un établissement dépendant de l'état-major général et comprenant deux grandes sections : l'une entièrement consacrée aux opérations de Géodésie, Topographie, Cartographie, etc.; l'autre spécialement vouée aux études d'histoire militaire. Par des décrets successifs, ces deux sections ont été d'abord disjointes, la seconde restant dans les attributions de l'état-major général; la première formait une sous-direction considérée encore comme annexe de l'état-major général et continuait à être désignée sous le nom de *Dépôt de la Guerre*.

» En vertu d'un décret récent, le Dépôt de la Guerre a été réorganisé et l'ensemble des services qui le composaient forme désormais la Direction du Service géographique de l'armée, érigée en établissement autonome, placée sous l'autorité immédiate du Ministre de la Guerre; cet établissement occupe depuis plusieurs années les locaux occupés jadis par l'École d'état-major, au n° 138 de la rue de Grenelle; l'installation de nos ateliers est spacieuse et ne laisse rien à désirer.

» M. le Ministre a bien voulu me confier la Direction du Service géographique de l'armée: je ferai tous mes efforts pour mériter toujours cette haute marque de confiance. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. J. **Lotineaux** adresse, par l'entremise de M. Chevreul, une nouvelle lampe, destinée à prévenir les explosions du grisou dans les mines.

(Commissaires : MM. Daubrée, Resal, Haton de la Goupillière.)

M. A. **Grieumard** adresse un projet de ventilation et d'aération des mines, pour prévenir les explosions du grisou.

(Renvoi à la même Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de M. *P. de Lafitte*, intitulée : « Le déficit chez la plupart des Sociétés de secours mutuels approuvées ».

Les questions traitées dans ce travail seront soumises à l'examen d'une Commission composée de MM. Faye, H. Mangon, Darboux, Léon Lalanne.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks (août 24), faites à l'observatoire d'Alger, au télescope de* $0^m,50$; par MM. **Trépied**, **Rambaud** et **Sy**. (Communiquées par M. Mouchez.)

Dates. 1887.	Temps moyen d'Alger.	ΔR.	ΔD.	Nombre de comp.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Distance apparente.	Log. fact. parall.	✱.	Obs.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″			
Sept. 10..	16. 1.39	—3. 1,71	—6.51,7	8:8	9.46.33,59	$\bar{1},736_n$	+30.12.27,3	0,695	1	T
10..	16.27.57	—0.10,20	+2.44,8	6:8	9.46.39,06	$\bar{1},739_n$	+30.12.25,0	0,658	2	S
10..	16.47.14	—0. 6,69	+2.45,8	3:4	9.46.42,57	$\bar{1},737_n$	+30.12.26,0	0,628	2	R
12..	15.55.54	—2.28,17	—7.56,2	10:10	9.56. 7,19	$\bar{1},734_n$	+30. 9.47,7	0,705	3	R
12..	16.20.33	—2.23,35	—7.58,0	12:12	9.56.12,01	$\bar{1},738_n$	+30. 9.45,9	0,671	3	S
13..	16.16.41	+0.18,60	+6.56,8	10:10	10. 1. 1,42	$\bar{1},738_n$	+30. 7.37,6	0,678	4	R
13..	16.37.25	+0.22,86	+6.56,8	10:10	10. 1. 5,68	$\bar{1},738_n$	+30. 7.37,6	0,648	4	S
14..	15.59.24	+0.24,50	+3. 1,0	12:10	10. 5.48,20	$\bar{1},734_n$	+30. 4.45,5	0,703	5	R
14..	16.40.26	+0.32,16	+2.56,8	10:8	10. 5.55,86	$\bar{1},738_n$	+30. 4.41,3	0,645	5	S
16..	16. 6.37	+1.18,47	+1.55,4	10:10	10.15.34,86	$\bar{1},735_n$	+29.57.28,3	0,696	6	R
16..	16.24.46	+1.21,76	+1.52,1	10:10	10.15.38,15	$\bar{1},738_n$	+29.57.25,0	0,672	6	S

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles.	Grandeur.	Ascension droite moyenne pour 1887,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne pour 1887,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1....	9	9.49.35,25	+0,05	+30.19.26,5	—7,5	W_2, n° 1013, 9^h.
2....	9,1	9.46.49,20	+0,06	+30. 9.47,8	—7,6	B.B., t. VI, n° 1927, +30°.
3....	8,9	9.58.35,32	+0,04	+30.17.51,4	—7,5	W_2, n° 1199, 9^h.
4....	9	10. 0.42,77	+0,05	+30. 0.48,3	—7,5	W_2, n° 1257, 9^h.
5....	8,7	10. 5.23,65	+0,05	+30. 1.52,0	—7,5	B.B., t. VI, n° 1975, +30°.
6....	9,5	10.14.16,33	+0,06	+29.55.40,5	—7,6	B.B., t. VI, n° 1999, +30°.

ASTRONOMIE. — *Observation de la comète Brooks (24 août 1887), faite à l'équatorial de* $0^m,18$ *(Brunner) de l'observatoire de Lyon;* par M. **Le Cadet**. (Présentée par M. Mouchez.)

Date. 1887.	Temps moyen de Lyon.	Δα ✶⋲ — ★.	Δδ.	Nombre de compar.	α appar.	Log. fact. parall.	δ appar.	Log. fact. parall.
Sept. 13..	$15^h33^m0^s$	$+0^m10^s,87$	$+3'52'',3$	25:18	$10^h0^m50^s,50$	$9,665_n$	$+30°7'38'',1$	0,793

Positions de l'étoile de comparaison.

Date 1887.	Grandeur.	α moy. 1887,0.	Réduction au jour.	δ moy. 1887,0.	Réduction au jour.	Autorité.
Sept. 13....	8	$10^h0^m39^s,58$	$+0^s,05$	$+30°3'53'',4$	$-7'',6$	Weisse$_2$ (H. IX — 1255)

Septembre 13. — Des nuages viennent parfois interrompre les comparaisons. La comète a l'aspect d'une nébulosité à peu près ronde de 1′ d'étendue. Le noyau, situé un peu en arrière du centre de la nébulosité, a l'intensité d'une étoile de la grandeur 9,6.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks (24 août 1887), faites à l'équatorial de* $0^m,160$ *(Brunner) de l'observatoire de Lyon;* par M. **Le Cadet**. (Présentées par M. Mouchez.)

Dates. 1887.	Temps moyen de Lyon.	Δα (✶⋲ — ★).	Δδ.	✶⋲. Nombre de compar.	α appar.	Log. fact. parall.	δ appar.	Log. fact. parall.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″	
Sept. 21...	15.59.20	+3.32,55	+ 4.19,7	10:10	10.40.11,36	$9,670_n$	+29.28.40,9	0,777
22...	16.14.47	+0.12,80	+15.33,4	19:15	10.45.13,76	$9,673_n$	+29.20.57,4	0,764

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1887.	Grandeur.	α moy. 1887,0.	Réduction au jour.	δ moy. 1887,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Sept. 21....	8-9	10.36.38,77	+0,04	+29.24.28,4	— 7,2	Weisse$_2$ [H.X — 706 — 8
22....	9	10.45. 0,93	+0,03	+29. 5.31,0	— 7,0	Weisse$_2$ [H.X — 873]

» *Remarques*. — Septembre 21 : La comète présente une condensation de 9,5, entourée d'une nébulosité qui se prolonge d'environ 5′, en s'étalant un peu, dans la direction donnée par l'angle de position 305°. La condensation forme un noyau légèrement aplati dans un sens perpendiculaire à cette direction. »

ASTRONOMIE. — *Positions de la comète Barnard* (☄ *12 mai 1887*) *et de la nouvelle petite planète Palisa* (*21 septembre 1887*), *mesurées à l'observatoire de Besançon*. Note de M. **Gruey**, présentée par M. Faye.

Observations de la comète Barnard à l'équatorial de 8 pouces.

Dates. 1887.		Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Ascension droite. ☄ — ★.	Distance polaire. ☄ — ★.	Nombre de comp.	Observ.
				m s	′ ″		
Juin 13...	*a*	Anonyme rapp. à Lamont, 2149.	»	+1.18,22	— 0.49,7	15:25	G.
14...	*b*	Anonyme rapp. à Weisse$_1$, 315.	»	—0.41,32	— 7.37,1	15:15	G.
16...	*c*	Lamont, 2192	8,9	+0. 3,80	— 2. 5,9	15:15	G.
16...	*c*	»	»	+0. 9,41	— 3.55,3	9:9	G.
17...	*d*	½ Schj., 5822; Lalande, 29982.	8,5	—1. 5,90	— 4.40,3	18:15	G.
18...	*e*	Schjellerup, 5841.	8,7	—1.52,14	+ 9. 1,2	18:15	H.
20...	*f*	Anonyme rapp. à Weisse$_1$, 561.	»	—1. 5,32	+ 7.31,7	18:15	H.
21...	*g*	⅓ Schj., 5882; W$_1$, 585; Lam., 5227.	8,5	—1. 8,29	+11.39,1	18:15	H.
22...	*h*	½ Lamont, 5252; Schj., 5901.	9	—1.32,21	+ 2. 3,1	18:15	H.
23...	*i*	Anonyme rapp. à Schjellerup, 5342.	»	—0.51,97	— 3.12,0	18:15	H
24...	*j*	⅓ Lam., 5305; Lal., 30485; W$_1$, 736.	8	—2. 2,97	+ 4.35,3	18:15	H.
Juil. 8...	*k*	Anonyme rapp. à Schjellerup, 6133.	»	+0. 7,67	— 0.28,3	18:18	G.
8...	*k*	» »	»	+0.10,17	— 0.52,5	12:12	G.
12...	*l*	½ Lalande, 31678; Lamont, 2470.	8	—1.23,72	— 5.33,8	18:15	G.
12...	*l*	» »	»	—1.13,90	— 6.42,8	18:15	G.
16...	*m*	Lamont, 2538.	9,10	—0.38,93	+ 0,59,1	15:15	G.
16...	*m*	»	»	—0.33,32	+ 0.36,1	18:15	H.
23...	*n*	Lamont, 2696.	9,10	—1.41,41	+ 2. 0,8	15:15	G.

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles.	Ascension droite moyenne pour 1887,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne pour 1887,0.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″	
a.....	16.11.50,62	+2,06	97.59.52,7	— 2,7	Anonyme.
b.....	16.16. 7,66	+2,07	97.21.35,2	— 3,3	Id.
c.....	16.19.48,74	+2,06	95.50. 9,5	— 3,7	Lamont.
d.....	16.23. 9,32	+2,07	95.12. 1,0	— 3,9	½ Schj. et Lalande.
e.....	16.26.16,48	+2,07	94.15.12,6	— 4,3	Schjellerup.
f.....	16.29.58,47	+2,07	92.57.29,2	— 4,8	Anonyme.
g....	16.32.26,17	+2,07	92.12.10,0	— 5,0	⅓ Schj., W$_1$ et Lamont.
h.....	16.34.58,24	+2,07	91.46.40,1	— 5,3	½ Lamont et Schj.
i.....	16.36.36,15	+2,08	91.14.51,2	— 5,6	Anonyme.

Étoiles.	Ascension droite moyenne pour 1887,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne pour 1887,0.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″	
j.....	16.39.56,46	+2,07	90.33.11,6	− 5,8	⅓ Lam., Lal. et Weisse$_1$.
k.....	17. 8.47,07	+2,10	84.24.58,0	− 9,1	Anonyme.
l.....	17.18.55,89	+2,12	83.22.28,7	−10,2	½ Lalande et Lamont.
m....	17.26.36,91	+2,13	82.23.59,3	−11,1	Lamont.
n.....	17.42. 8,16	+2,14	81.24.41,2	−12,5	Id.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1887.	Temps moyen de Besançon.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Juin 13....	11.37.29	16.13.10,90	$\bar{2}$,959	97.59. 0,3	0,758$_n$
14....	11.52.27	16.15.28,41	$\bar{1}$,075	97.13.54,8	0,853$_n$
16....	11.21.36	16.19.54,60	$\bar{2}$,857	95.47.59,9	0,847$_n$
16....	12.25.17	16.20. 0,21	$\bar{1}$,251	95.46.17,9	0,844$_n$
17....	10.30.33	16.22. 5,49	$\bar{2}$,185$_n$	95. 7.16,8	0,844$_n$
18....	11.29.42	16.24.26,41	$\bar{2}$,945	94.24. 9,5	0,839$_n$
20....	11. 5.30	16.28.55,22	$\bar{2}$,746	93. 4.56,1	0,831$_n$
21....	12.39. 7	16.31.19,95	$\bar{1}$,324	92.23.44,1	0,824$_n$
22....	11.18.29	16.33.28,10	$\bar{2}$,921	91.48.37,9	0,822$_n$
23....	11.45.39	16.35.46,26	$\bar{1}$,122	91.11.33,6	0,818$_n$
24....	10.45.10	16.37.55,56	$\bar{2}$,494	90.37.41,1	0,814$_n$
Juill. 8....	9.52.41	17. 8.56,84	$\bar{2}$,252$_n$	84.24.20,6	0,767$_n$
8....	10.25.40	17. 8.59,34	$\bar{2}$,600	84.23.56,4	0,767$_n$
12....	10.15.37	17.17.34,29	$\bar{2}$,521	83.16.44,7	0,757$_n$
12....	12.11.46	17.17.44,11	$\bar{1}$,353	83.15.35,7	0,766$_n$
16....	10.24.46	17.26. 0,11	$\bar{2}$,801	82.24.46,3	0,750$_n$
16....	11.26. 1	17.26. 5,72	$\bar{1}$,225	82.24.23,3	0,763$_n$
23....	11.40.31	17.40.28,89	$\bar{1}$,327	81.26.29,5	0,750$_n$

Observations de la comète Barnard au grand cercle méridien de 7 pouces.

Dates. 1887.	Temps moyen de Besançon.	Ascension droite apparente.	Distance polaire apparente.	Observateur.
	h m s	h m s	° ′ ″	
Juin 17.......	10.38.38	16.22. 5,77	95. 6.47,7	Gl.
18.......	10.36.57	16.24.20,87	94.25.49,4	Gl.
20.......	10.33.40	16.28.51,81	93. 5.57,2	Gl.
21.......	10.32. 0	16.31. 7,50	92.27.29,0	Gl.
22.......	10.30.19	16.33.23,30	91.49.12,8	Gl.

Observation de la petite planète Palisa à l'équatorial de 8 pouces.

Date. 1887.	Étoiles de comparaison.	Grand.	Ascension droite. ☾ — ✶.	Distance polaire. ☾ — ✶.	Nombre de compar.	Observ.
Sept. 23....	*a* Weisse$_2$, 296.	9	$-2^m 12^s,72$	$+4' 56'',3$	9:12	G.

Position de l'étoile de comparaison.

Étoile.	Ascension droite moyenne pour 1887,0.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne pour 1887,0.	Réduction au jour.	Autorité.
a.....	$23^h 16^m 36^s,00$	+2,69	$97° 24' 59'',6$	$-18'',3$	Weisse$_2$.

Position apparente de la planète.

Date. 1887.	Temps moyen de Besançon.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
Sept. 23.....	$14^h 48^m 38^s$	$23^h 14^m 25^s,97$	$\bar{1},527$	$97° 29' 37'',6$	$0,836_n$

» *Remarque*. — G, H, Gl désignent comme observateurs : MM. Gruey, Hérique et Guillin. »

ASTRONOMIE. — *Sur les distances des planètes au Soleil, et sur les distances des comètes périodiques.* Note de M. **Delauney**. (Extrait.)

« ... Les distances des planètes au Soleil peuvent être représentées par la formule

$$D = 86^{1,0669^n},$$

dans laquelle on donne à n, successivement, les valeurs 1, 2, 3, 4, ...

» Dans cette formule, l'unité de distance est le demi-diamètre du Soleil; si l'on change cette unité, et qu'on prenne, par exemple, la distance de la Terre au Soleil, la formule devient

$$D = 0,0032680 \times 86^{1,0669^n}.$$

» Le calcul montre qu'avec cette même unité les distances moyennes des dix comètes périodiques connues au centre du Soleil peuvent être représentées par la formule analogue

$$D = 1,8940 \times 1,1511^{2^n}.$$

» Si l'on compare les résultats du calcul et ceux de l'observation, on est conduit aux constatations suivantes :

» Il existe une lacune correspondant à $n = 1$.

» Sept comètes doivent être considérées comme formant un même groupe, analogue aux petites planètes du système solaire.

» Les distances augmentent tellement vite avec n que, pour $n = 6$, on obtient 15455, ce qui correspond à une durée de révolution atteignant presque deux millions d'années; le nombre des comètes, au delà de celle de Halley, dont on pourra, dans l'avenir, être à même de constater la périodicité, ne paraît donc pas pouvoir s'élever beaucoup.

» Il y a une comète périodique correspondant à $n = 0$; il semble, à cause de l'analogie existant entre les lois des distances des planètes et des comètes, qu'il puisse exister une ou plusieurs planètes à la distance fournie par $n = 0$, soit à 86 demi-diamètres solaires.

» Si nous nous reportons à la formule des distances des comètes, nous voyons que, pour faire disparaître le coefficient, il faut prendre, pour unité de distance, 1,8940 fois la distance du Soleil à la Terre. Or, pour produire cette disparition, il faut, aussi bien pour les satellites que pour les planètes, prendre pour unité de distance le demi-diamètre de l'astre central. Par analogie, on voit que l'astre central des comètes serait colossal : concentrique au Soleil, il irait jusqu'au seuil où commencent les petites planètes. Cet astre existe; c'est cette sorte d'atmosphère solaire qui donne naissance à la lumière zodiacale. De telle sorte que, si l'on admet que les satellites sont produits par les planètes, les planètes par le Soleil, on est amené à cette conclusion :

» *Les comètes périodiques semblent être produites par la matière cosmique de la lumière zodiacale.* »

GÉOMÉTRIE. — *Sur une généralisation de l'indicatrice de* Ch. Dupin. Note de M. Em. Barbier.

« 1. Un mathématicien distingué, Philippe Blanchet, étudiant l'intersection d'une surface par une sphère infiniment près de lui être tangente, fut surpris de trouver une hyperbole *aux ailes infinies* sur sa sphère *limitée*.

» Où faut-il couper les ailes de cette hyperbole pour qu'il ne soit pas

paradoxal de la considérer comme la forme d'une ligne sphérique? Tel est le sens, sinon le texte, de la question que me posait l'excellent inspecteur général.

» 2. L'apparence paradoxale ne tient pas à ce que la sphère est une surface limitée. Un tore de proportions convenables a une section plane en forme de lemniscate, et l'on pourrait demander où il faut couper les ailes d'une hyperbole et d'une lemniscate pour qu'elles aient une similitude non paradoxale.

» 3. Disons donc que l'indicatrice est sur un très petit plan d'épreuve et que l'hyperbole est à peu près bien dessinée sur une bien petite calotte sphérique dans l'étude de Philippe Blanchet. Essayons d'éviter toute apparence paradoxale en présentant l'indicatrice avec prudence et simplicité.

» 4. Un plan est tangent en P à une surface quelconque; le point P n'est pas singulier.

» Je fais du point P le centre d'une indicatrice de dimensions finies et déterminées par le choix de l'unité de longueur. Le carré d'un rayon de cette indicatrice donne précisément, et avec son signe, le rayon de courbure de la section normale suivant ce rayon. Si ε désigne la distance infiniment petite d'un plan parallèle au plan tangent, on pourra dire que la section, par le plan infiniment voisin d'un plan tangent, a la forme d'une portion étendue autant que l'on voudra de cette *indicatrice finie*.

» 5. Limiter les éléments de surface considérés à une distance du point de contact P d'un ordre infinitésimal moindre que $\sqrt{\varepsilon}$ embarrasserait le souvenir; il nous semble que l'*indicatrice finie* doit rester avec ses indications précises pour la courbure sans autre complication.

» 6. Étant données les deux indicatrices de deux surfaces aux points P et P', il est facile d'en déduire, élégamment, la forme limite de l'intersection des deux surfaces quand PP' est une normale infiniment petite commune à nos deux surfaces (fixes de grandeur, mais non de position).

» Si deux coniques concentriques sont dans un même plan, il existe une troisième conique de même centre, et telle que, entre les trois rayons vecteurs de même direction quelconque, on ait la relation

$$\frac{1}{r^2} = \frac{1}{\rho^2} + \frac{1}{\rho'^2}.$$

» Les deux premiers rayons vecteurs appartenant aux indicatrices en P et en P', le troisième appartient à la courbe qui donne la forme limite

de l'intersection des deux surfaces s'approchant du contact des éléments en P et P'. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur l'état sphéroïdal.* Note de M. **E. Gossart**, présentée par M. Mascart.

« Les nouveaux résultats sur la caléfaction, que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, sont relatifs à la forme et aux dimensions des larges gouttes sphéroïdales.

» Je me suis proposé de déterminer par le calcul et par l'expérience la demi-section méridienne d'une goutte liquide quelconque en état de caléfaction sur une plaque horizontale.

» Le sphéroïde étant entouré d'une atmosphère à pression constante jusqu'à la ligne de recouvrement avec la plaque, on a, dans un plan horizontal quelconque, équilibre entre la pression hydrostatique ρz et la pression capillaire $F\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'}\right)$. Je prends pour plan des xy le plan tangent au sommet de la goutte, pour axe des z, positif vers en bas, la verticale du point de raccordement; ρ est le poids spécifique, F la tension superficielle, R le rayon de courbure d'un méridien.

» Pour une large goutte, avec $R' = \infty$, l'équation différentielle de la section méridienne est donc

$$\rho z = \frac{F}{R} = F z''(1 + z'^2)^{-\frac{3}{2}},$$

d'où

$$C + \rho z^2 = \frac{F(1 + z'^2)^{-\frac{1}{2}}}{-\frac{1}{2}}$$

ou finalement, en appelant β l'inclinaison de la courbe, et remarquant que, pour $z = 0$, $\beta = 0$, $2F = -C$, on obtient l'équation

$$z^2 = \frac{2F}{\rho}(1 - \cos\beta) = a^2(1 - \cos\beta),$$

déjà appliquée aux gouttes de mercure sur le verre (a^2 étant la constante capillaire).

» Cette équation, dans le cas particulier de la caléfaction, se prête à de nombreuses vérifications expérimentales.

» Tout d'abord on peut admettre un angle de raccordement de 180°, supposition justifiée par l'illumination de la vapeur sous la goutte au moyen des étincelles d'une bobine de Ruhmkorff, par la photographie instantanée et par ce qui suit : pour $\beta = 180°$, on a l'épaisseur de la goutte $e = a\sqrt{2}$.

» J'ai vérifié cette relation sur cinq liquides différents, en produisant des gouttes de $0^m,08$ à $0^m,09$ de diamètre sur une plaque de platine large, épaisse, bien plane et maintenue bien horizontale sur une tablette de fonte solide à trois vis calantes et percée en son centre.

» Le calcul fait au moyen des constantes capillaires déterminées par MM. Bède et Mendeleef à 15° donne les épaisseurs suivantes : eau $5^{mm},53$, glycérine $4^{mm},64$, alcool $3^{mm},44$, éther $3^{mm},14$, chloroforme $2^{mm},75$.

» J'ai trouvé ces mêmes épaisseurs, pour la glycérine et le chloroforme, à moins de $\frac{1}{10}$ de millimètre près; pour l'alcool et l'éther, les épaisseurs étaient supérieures de près de $\frac{1}{4}$ de millimètre, ce qui s'explique par ce qu'ils étaient un peu aqueux; pour l'eau, j'ai essayé d'apporter plus de précision. La tension superficielle étant 5,9298 à 100° (extension de la formule de M. Woolf) et la densité 0,95877 (Despretz), on a $e_{100} = 4^{mm},97$, et j'ai bien trouvé 5^{mm} exactement. Je me propose, d'ailleurs, d'étendre ces mêmes vérifications à des sphéroïdes, depuis 0° jusqu'à 100°, dans l'appareil à atmosphères variables que j'ai antérieurement eu l'honneur de présenter à l'Académie, afin d'y constater les petites variations de a^2 avec la température.

Mais, ces premières vérifications de l'équation différentielle ci-dessus, $\frac{z^2}{a^2} = 1 - \frac{1}{\sqrt{1+z'^2}}$, m'ont poussé à compléter d'abord l'étude de la forme des gouttes.

» Elle peut s'écrire

$$\frac{dx}{dz} = \frac{1 - \frac{z^2}{a^2}}{\frac{z}{a}\sqrt{2 - \frac{z^2}{a^2}}} \quad \text{ou} \quad \frac{dx}{a} = \frac{-\left(1 - \frac{z^2}{a^2}\right)\left(-\frac{z}{a}\frac{dz}{a}\right)}{\frac{z^2}{a^2}\sqrt{2 - \frac{z^2}{a^2}}}.$$

Soit $v = \sqrt{2 - \frac{z^2}{a^2}}$, d'où

$$+dv = \frac{\frac{-z}{a}\frac{dz}{a}}{\sqrt{2 - \frac{z^2}{a^2}}},$$

on a

$$\frac{dx}{a} = \frac{1-v^2}{2-v^2}\,dv = dv\left(1 - \frac{1}{2-v^2}\right) = dv + \frac{1}{2\sqrt{2}}\left(\frac{-dv}{\sqrt{2}-v} - \frac{dv}{\sqrt{2}+v}\right);$$

d'où

$$\frac{x}{a} = v + \frac{1}{2\sqrt{2}}\,\mathrm{l}\,\frac{\sqrt{2}-v}{\sqrt{2}+v}.$$

La constante est nulle, l'axe des z passant par le point de raccordement $x=0$, $z=a\sqrt{2}$.

» Cette équation, qui ne renferme que $\frac{x}{a}$ et $\frac{z}{a}$, montre que les sections méridiennes de tous les sphéroïdes infiniment larges sont des courbes semblables, et la discussion fait voir que ce résultat est vérifiable (par photographie) sur des gouttes suffisamment larges. Il existe donc une forme caractéristique de l'état sphéroïdal, facile à représenter graphiquement à une échelle donnée et superposable aux photographies plus ou moins grandies des gouttes liquides diverses. Les mesures des divers éléments de ces courbes peuvent fournir des renseignements utiles sur le paramètre a, c'est-à-dire sur la constante capillaire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la distillation de l'acide citrique avec la glycérine.* Note de MM. **Ph. de Clermont** et **P. Chautard**, présentée par M. Berthelot.

« *Mode opératoire.* — On introduit 500^{gr} d'acide citrique cristallisé et 750^{gr} de glycérine officinale à 28° dans une cornue de 3^{lit}, que l'on chauffe sur un bon fourneau à gaz. Un réfrigérant destiné à condenser les produits de l'opération est adapté à la cornue et, par un dispositif convenable, on a soin de conduire au dehors ou dans une cheminée tirant très bien les vapeurs irritantes qui se produisent en abondance au cours de la réaction. On commence à chauffer fortement le mélange, de manière à chasser la plus grande partie de l'eau, et l'on recueille environ 250^{gr} d'un liquide presque exclusivement aqueux, contenant un peu d'acroléine. A ce moment, on voit souvent apparaître dans le réfrigérant ou dans le récipient qui le termine une certaine quantité de cristaux, qu'on sépare, par filtration, du liquide qui les a entraînés. La masse, qui est jusque-là restée sen-

siblement incolore, jaunit puis brunit assez rapidement et se boursoufle considérablement; il est alors nécessaire de baisser beaucoup la flamme, qu'on relèvera peu à peu jusqu'à ce que le contenu de la cornue soit entièrement carbonisé; on recueille de 650^{gr} à 700^{gr} de liquide, dans cette deuxième période de l'opération. On obtient donc en tout 950^{gr} de liquide, soit à peu près deux fois le poids de l'acide employé; il reste dans la cornue 30^{gr} environ de charbon; le reste a disparu, à l'état de vapeurs formées surtout d'acétone, d'acroléine, d'oxyde de carbone et d'acide carbonique.

» *Traitement et analyse du produit distillé.* — Le liquide distillé, soumis à une première rectification, se partage d'abord en quatre portions : la première, passant avant 100°, contient surtout de l'acroléine; la deuxième, qui représente les $\frac{2}{3}$ du liquide total, est de l'eau mêlée de glycérine et passe de 100° à 220°; la troisième, d'un beau jaune d'or, bout de 220° à 275°; enfin la quatrième, formée d'un liquide noir et visqueux, passe de 275° jusqu'à la température de ramollissement du verre. Cette dernière portion, soumise à des distillations répétées, se décompose partiellement, même sous pression réduite, et se résout presque entièrement en produit bouillant à 220°-275°. En somme, la seule partie intéressante du liquide distillé est le produit bouillant à 220°-275°. Cette portion est soumise à la distillation fractionnée. Après un grand nombre de fractionnements successifs, dix au moins, on obtient une notable quantité d'un beau liquide jaune d'or, d'odeur légèrement empyreumatique, bouillant d'une manière constante à 261°-263°. Ce liquide, qu'on peut conserver inaltéré pendant plus d'une année, est un mélange de glycérine et d'un corps solide, cristallisé, incolore, qu'on en peut retirer en abandonnant le liquide dans le vide pendant plusieurs jours, puis en l'exposant à un froid de — 15° environ; le tout se prend en masse; on sépare les cristaux, qui sont identiques avec ceux qu'on obtient au début de l'opération, en filtrant sur un tampon d'amiante, puis on les purifie par des cristallisations répétées dans l'alcool. Ce corps, dont on n'obtient que 3^{gr} à 5^{gr} pour 1000^{gr} d'acide distillé, se présente alors sous la forme de magnifiques aiguilles ou tables prismatiques de plusieurs centimètres de longueur, parfaitement incolores et sans odeur, fondant à 82° et bouillant à 241° sous la pression de 764^{mm}. Soumis à l'analyse, il a fourni les nombres suivants :

	I.	II.	III.	IV.	Moyenne.
C......	49,44	50,19	49,58	49,32	49,63
H......	5.72	5,82	5,93	5,88	5,83

» Ces nombres sont bien ceux qu'exige la formule d'un citrate triglycidique $[C^6H^8O^7 + 3(C^3H^6O^2)] - 3H^2O = C^{15}H^{20}O^{10}$, pour laquelle on doit trouver C = 50 pour 100 et H = 5,55 pour 100; et nous nous crûmes d'abord en présence de cet éther du glycide. Pour vérifier ce fait, nous avons saponifié notre produit par la baryte hydratée; après avoir séparé la glycérine, nous avons isolé un sel qui a été analysé et qui n'était pas du citrate, mais bien du pyruvate de baryte. Comme, d'autre part, les points de fusion et d'ébullition de notre produit sont ceux de la pyruvine, et que sa composition centésimale est la même, nous avons été amenés à l'identifier avec ce dernier corps, c'est-à-dire avec l'éther pyruvique du glycide

$$\begin{array}{l} CH^2 \diagdown \\ \mid \quad\quad\; O \\ CH \diagup \\ \mid \\ CH^2 - O - CO - CO.CH^3. \end{array}$$

» De plus, la densité de vapeur de notre produit, prise dans la vapeur de soufre, par la méthode de V. Meyer, a été trouvée de 4,8; la densité de vapeur théorique de la pyruvine ($C^6H^8O^4$) est 4,98.

» Enfin, nous avons préparé la combinaison cuivrique

$$\begin{array}{l} \quad CH^2.OH \qquad\qquad\qquad\quad OH\,CH^2 \\ \quad\;\mid \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad\;\; \mid \\ O \diagup CH^2.CH.O - Cu - O.CH.CH^2 \diagdown O + 3H^2O, \\ \quad \diagdown CO - CO.CH^3 \quad CH^3.CO - CO \diagup \end{array}$$

que M. Erhart ([1]) a préparée directement avec la pyruvine.

» On sait que la pyruvine est le résultat de la distillation d'un mélange d'acide tartrique et de glycérine, dans des conditions analogues à celles où nous nous sommes placés, et il paraît assez difficile d'expliquer comment ce même corps prend naissance dans la distillation, en présence de la glycérine, d'un acide aussi différent de l'acide tartrique que l'acide citrique.

» M. Erhart (*loc. cit.*) a réussi à préparer la pyruvine, en distillant non plus l'acide tartrique, mais l'acide glycérique, avec la glycérine. Il nous paraît très vraisemblable que, dans notre opération, la pyruvine a cette origine et provient de la réaction de l'acide glycérique sur la glycérine. L'acide glycérique proviendrait, soit de l'acroléine, soit de la glycérine, et se formerait, au cours de la réaction, aux dépens de l'une ou l'autre de ces substances.

([1]) F. Erhart, *Monatshefte für Chemie*, t. VI, p. 511; 1885.

» Il ne nous a pas été possible d'isoler aucun autre produit dans cette réaction; nous avons recherché avec un soin particulier les acides pyrocitriques : nous n'avons pu en déceler la plus petite quantité; nous devons admettre que l'acide citrique a été entièrement détruit.

» La formation de la pyruvine comme produit unique de la distillation d'un mélange d'acide citrique et de glycérine est un fait curieux, tout à fait inattendu, et nous avons cru intéressant de le signaler à l'Académie. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De la vitesse d'oxydation des solutions de substances organiques, par le permanganate de potasse.* Note de M. **Dreyfus**.

« L'action désoxydante des substances organiques sur le permanganate de potasse est générale. Lorsqu'on pousse cette action à l'extrême, les quantités d'oxygène fixées par des poids égaux de matières organiques diverses sont, non pas égales, mais de même ordre de grandeur.

» Il n'en est plus de même lorsque, d'une part, on modère cette action par un choix convenable des conditions, et que, de l'autre, au lieu d'observer l'action totale, on mesure les quantités d'oxygène fixées pendant un temps court et constant, ou, en d'autres termes, les *vitesses d'oxydation* : les nombres obtenus sont extrêmement variables et leur comparaison n'est pas sans intérêt.

» Pour éviter les perturbations que peuvent produire des variations de circonstances en apparence insignifiantes et mesurer la quantité d'oxygène fixé, à un instant précis, alors que le virage du permanganate manque en général de netteté, j'ai opéré comme il suit :

» On s'est servi d'une solution de permanganate de potasse, telle que 10^{cc} correspondent à 10^{cc} d'une liqueur d'acide oxalique cristallisé à $0^{gr},1$ d'acide par litre, et d'une solution de carmin d'indigo dont 10^{cc} correspondent à 5^{cc} de liqueur permanganique. Dans un verre à pied, on met 50^{cc} d'une solution aqueuse d'alcool éthylique pur à 1^{gr} d'alcool par 100^{cc}; dans un second verre identique, placé à côté du premier, on met 50^{cc} d'une solution de richesse suffisante et connue de la substance à étudier. On ajoute 25 gouttes d'acide sulfurique dans chaque verre et, à deux minutes d'intervalle, 10^{cc} de permanganate de potasse dans chacun d'eux. On abandonne les deux mélanges vers 15°, à une lumière modérée, et, après dix minutes exactement, à partir de l'instant où l'on a versé le permanganate dans le premier verre à alcool, on verse le mélange alcoolique, avec une burette graduée en demi-centimètres cubes, dans 10^{cc} de la liqueur indigotique, jusqu'à ce que le mélange, d'abord bleu, puis vert, *vire exac-*

tement et nettement au jaune; deux minutes après, on répète la même opération sur la substance à étudier et on lit sur la burette les volumes dépensés. On déduit, par un calcul simple, les volumes de permanganate détruit et, par suite, les volumes d'oxygène absorbé par les deux substances organiques, pendant le même temps, dans des conditions identiques, sauf les poids des deux substances. En général, les volumes trouvés ne sont pas égaux, et celui qui correspond à la substance à étudier est le plus grand, si la solution de celle-ci est assez riche. On l'étend d'eau, en proportion connue et convenable, et l'on recommence les deux essais comparatifs. Après deux ou trois opérations de ce genre, on arrive à deux nombres assez voisins pour que, par une simple proportion, on puisse calculer la proportion d'eau à ajouter à la dernière liqueur essayée pour ramener à l'identité les deux quantités de permanganate. On peut calculer ainsi le poids de substance active contenue dans 100^{cc} de cette liqueur corrigée. Soit p ce poids. *Dans les conditions de l'expérience,* 1^{gr} d'alcool et p^{gr} de la substance à étudier absorbent donc les mêmes quantités d'oxygène dans le même temps; et, si les inverses de ces nombres 1 et $\frac{1}{p}$ ne sont pas proportionnels aux vitesses d'oxydation des deux substances sous le même poids, ils sont au moins dans le même sens, et rien ne nous empêche de définir par ces coefficients *les vitesses relatives d'oxydation des deux substances.*

» Voici les principaux résultats :

Substances.	Vitesse d'oxydation $\frac{1}{p}$.	Substances.	Vitesse d'oxydation $\frac{1}{p}$.
Alcool ordinaire	1,00	Pyrocatéchine	5000,00
Éthylène	1,09	Pyrogallol	10000,00
Térébenthène	1,28	Naphtol α	769,00
Benzine	1,97	» β	666,00
Toluène	5,50	Aldéhyde ordinaire	38,40
Naphtaline	5,88	Acétone	1,75
Anthracène	2,85	Anthraquinone	1,75
Alcool méthylique	1,00	Acide acétique	1,25
» amylique	3,57	» oxalique	1,75
» allylique	2,70	» tartrique	5,00
Glucose	1,75	» benzoïque	0,85
Lévulose	3,85	» phtalique	5,00
Saccharose	0,20	Éther ordinaire	1,00
Dextrine	4,70	Aniline	9,09
Amidon	2,00	Métatoluidine	9,09
Phénol	786,00	Paratoluidine	12,50
Résorcine	2000,00	Orthotoluidine	17,80
Hydroquinone	3333,00		

» Il résulte de ce Tableau que la vitesse d'oxydation est un caractère numérique, facilement déterminable, constant pour chaque corps, dans les conditions précitées, variables d'un corps à l'autre, entre des limites extrêmes qui sont 10000 et 0,2 (rapport $\frac{50000}{1}$), c'est-à-dire beaucoup plus éloignées que celles des caractères habituels qui servent de guides dans la recherche des substances chimiques.

» Elle pourra donc être appliquée à l'étude des corps organiques, alors peut-être que les caractères habituels seront insuffisants. On pourra s'en servir utilement pour déceler, dans une substance, des impuretés minimes ou des modifications légères; il suffira de comparer sa vitesse d'oxydation à celle de la même substance pure : c'est ainsi qu'entre des acétones de diverses origines, de point d'ébullition et de densité identiques, on a constaté des différences de composition appréciables et qu'on a reconnu que la dissolution de l'acétone dans l'eau se modifie avec le temps.

» La constitution de la substance influe plus sur la vitesse d'oxydation que sa composition élémentaire : toutes choses égales d'ailleurs, un corps saturé d'hydrogène est moins actif qu'un corps non saturé; les substances de même fonction chimique ont des vitesses d'oxydation comparables; la fonction aldéhydique est plus active que la fonction alcoolique; la fonction phénolique est accompagnée d'une activité considérable; des corps isomères n'ont pas la même activité. Exemple :

» Trois phénols appartenant aux méta, para et ortho-séries ont donné les nombres 2000, 3333, 5000, et trois amines des mêmes séries ont donné respectivement 9,09, 12,5, 17,8. Ces nombres sont à peu près proportionnels de part et d'autre, ou du moins dans le même sens.

» J'ai fait varier ensuite les conditions de l'expérience : à mesure que la durée du contact avec le permanganate, la concentration des liqueurs, l'acidité et la température diminuent, le nombre qui représente la vitesse varie dans le même sens et tend vers une limite fixe, pour une substance déterminée. D'une substance à une autre, cette vitesse limite diffère, en général, beaucoup plus encore que les nombres du Tableau précédent. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches sur les effets biologiques de l'essence de tanaisie. — De la rage tanacétique, ou simili-rage.* Note de M. **H. Peyraud**, présentée par M. Brown-Séquard.

« Au mois de mars 1872, en faisant des recherches biologiques sur des séries d'essences ayant des rapports d'isomérie, j'avais remarqué une

essence non annotée, qui ressemblait, comme odeur, à celle d'absinthe. Elle était extraite d'une Synanthérée, le *Tanacetum vulgare*, encore appelée *herbe aux vers, absinthe de cheval*. Cette essence avait été fort peu étudiée chimiquement et biologiquement. Depuis, Bruylants en a retiré le *camphre de tanaisie* ou *hydrure de tanacétile* (*Deutsch. chem. Gesellsch.*, 1878, p. 449) qui, chose curieuse, a la même constitution atomique que l'essence d'absinthe et le camphre du Japon, $C^{20}H^{16}O^2$. Ce sont les propriétés biologiques de ce camphre qu'a étudiées, le premier, Putzeys, de Liège, en 1878; mais je puis dire que les propriétés de ce camphre ne sont pas du tout les propriétés de l'essence d'où on le retire.

» Voici ce que je constatais en 1872 : lorsque j'injectais deux gouttes de cette essence dans les veines d'un lapin de moyenne taille, au bout de vingt secondes l'animal était pris de convulsions d'une intensité telle qu'il était en quelque sorte sidéré. Il s'élançait en avant ou reculait par bonds, bondissait même sur place et retombait généralement sur le côté gauche. Là, tous ses muscles étaient pris de mouvements convulsifs d'une extrême violence : les dents claquaient, l'animal se mordait la langue et laissait couler une salive abondante, quelquefois sanguinolente; ses muqueuses étaient décolorées. Les sphincters anal et vésical laissaient échapper l'urine et les matières fécales. La respiration spasmodique, accélérée (115 inspirations par minute), était si embarrassée qu'on aurait pu croire à chaque instant que l'animal allait mourir asphyxié. Ces convulsions diminuaient par moments d'intensité et reprenaient bientôt avec plus de force que jamais. Un bruit à côté de l'oreille de l'animal le faisait tressaillir, tout comme dans l'empoisonnement strychnique : évidemment, le sens de l'ouïe était plus excitable. Il ne perdait pas connaissance; car, lorsqu'on approchait un bâton de son museau, il le mordait avec force et on pouvait le soulever sans lui faire lâcher prise. Cette action de mordre était bien volontaire et bien distincte du mouvement convulsif des mâchoires. L'animal mordait le sol et même ses pattes, et, lorsqu'on le plaçait sur le côté opposé à celui sur lequel il était tombé, il s'aidait de ses dents pour revenir à sa première position et son corps en opisthotonos décrivait souvent, sous l'influence des secousses convulsives, un véritable demi-cercle.

» Cette convulsion tanacétique durait en moyenne de cinquante à soixante minutes et se prolongeait même si les doses étaient plus élevées. Si elles étaient trop fortes, l'animal succombait par asphyxie.

» La limite de la dose toxique dans les veines ne dépassait guère trois à quatre gouttes.

» A la période convulsive succédait une période comateuse de deux ou trois heures, pendant laquelle l'animal semblait insensible à toute espèce d'excitation.

» Enfin, l'état normal revenait et le lendemain l'animal ne semblait en rien impressionné par la violente attaque de la veille. Au reste, dès 1872, nous avions constaté que l'essence de tanaisie s'éliminait rapidement en nature par le poumon, ce qui nous avait fait supposer qu'elle était oxygénée.

» Signalons un cri rauque presque constant pendant la convulsion tanacétique, cri que nous avons aussi noté dans les convulsions épileptiques de l'essence d'absinthe et du camphre du Japon, son isomère.

» Néanmoins, les accès tanacétiques diffèrent notablement de ceux produits par ces substances.

» En effet, dans l'accès tanacétique, pas de perte de connaissance, l'accès est unique ainsi que la longue période de coma qui lui succède; action de mordre tout à fait volontaire; les fonctions sensorielles sont plutôt excitées que disparues. En 1876, dans le laboratoire de notre regretté maître, le professeur Vulpian, nous avons observé, Bochefontaine et moi, et très manifestement, une exacerbation des convulsions par la présentation d'un miroir.

» Dans les phénomènes produits par l'essence d'absinthe et le camphre, c'est une succession d'accès épileptiques, chacun avec sa période de coma. Or, on sait que dans l'épilepsie il y a perte absolue de connaissance.

» Les effets de l'essence de tanaisie diffèrent encore par un côté fort important de ceux de l'essence d'absinthe et du camphre du Japon. Nous avions remarqué, en 1872, que ces deux isomères avaient la propriété bien remarquable, l'un et l'autre, d'arrêter la fonction glycogénique du foie. Nous ne retrouvions presque plus de sucre ni de matière glycogène dans le foie de nos lapins traités par ces deux substances. Nous avons examiné à plusieurs reprises, M. Falières et moi, le foie de nos lapins tanaisiés, soit immédiatement après la mort, soit vingt-quatre heures après, et nous y avons toujours trouvé de notables proportions de glucose.

» De plus, le bromure de potassium, préalablement administré avant les attaques, ne les empêche pas comme il empêche celles produites par le camphre et l'essence d'absinthe. L'essence de tanaisie, comme l'essence d'absinthe, élève la température : les oreilles de nos lapins sont chaudes, leurs veines sont gonflées et turgescentes. Avant l'expérience, nous avons constaté, comme température rectale, 39°,9; une heure après, 40°,2.

» Comme beaucoup d'essences, celle de tanaisie, donnée par les veines pendant quelques jours, détermine des marbrures congestives du poumon, avec tendance à l'inflammation de la plèvre, des *infarcti* sanguins du foie, de véritables hémorragies.

» Nous avons trouvé dans la trachée et dans les bronches des animaux morts de convulsions tanacétiques des mucosités spumeuses sanguinolentes, comme dans la rage.

» Les effets toxiques de l'essence de tanaisie se rapprochent, on le voit, très peu du type épileptique, bien qu'on en retire un camphre dont la constitution atomique est identique à celle du camphre du Japon et de l'essence d'absinthe.

» Le type des convulsions tanacétiques est plutôt un type rabique. Tous les phénomènes de la rage s'y retrouvent : hallucinations, convulsions sans perte de connaissance, opisthotonos, spasmes des muscles du pharynx, du larynx et de tout le thorax, salivation abondante, phénomènes asphyxiques, excitabilité sensorielle, tendance à mordre, cri rauque caractéristique, diminution de la sensibilité et du mouvement, paralysie momentanée, mucosités spumeuses sanguinolentes de la trachée et des bronches, hémorragies sous-pleurales, *infarcti* sanguins du foie.

» Ils se rapprocheraient plutôt du type tétanique que du type épileptique; c'est un peu l'effet des strychnées. Du reste, la rage ne ressemble-t-elle pas beaucoup au tétanos?

» Nous croyons donc être absolument dans la vérité en donnant aux effets tanacétiques le nom de *rage tanacétique, rage artificielle, simili-rage*.

» Les faits que nous ferons connaître prochainement nous donneront, nous l'espérons, encore plus raison. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la pathogénie de la myélite cavitaire.* Note de MM. A. **Joffroy** et **Achard**, présentée par M. Bouchard.

« Nous avons eu l'occasion d'étudier deux cas de l'affection médullaire connue sous les noms divers d'*hydromyélie*, de *syringomyélie* (Ollivier d'Angers), de *myélite périépendymaire* (Hallopeau), et pour laquelle nous proposons la dénomination de *myélite cavitaire*. Le mot *myélite* marque la nature inflammatoire de la maladie, et l'épithète de *cavitaire* indique le trait le plus saillant et le plus distinctif de la lésion, qui consiste dans la présence de pertes de substance au sein du tissu médullaire.

» L'examen anatomique de la moelle, dans ces deux cas, nous a paru de nature à éclairer la pathogénie de la lésion et en particulier la formation des cavités, point resté jusqu'ici très obscur dans les descriptions des auteurs.

» Pour rendre compte de cette lésion si frappante, on invoquait autrefois soit un élargissement du canal central, soit la transformation kystique d'un foyer hémorragique. On disait encore, sans fournir d'explication bien précise sur la production de cette perte de substance, qu'il s'agissait de foyers de désintégration granuleuse (L. Clarke), de myélite périépendymaire (Hallopeau). Enfin, dans ces derniers temps, J. Grimm et la plupart des auteurs allemands ont attribué toutes les lésions à l'évolution d'un gliome, développé aux dépens de la substance grise et se creusant de cavités par résorption du tissu (Grimm, Th. Simon, Westphal, Leyden).

» L'examen anatomique de nos deux faits ne nous a rien montré qui ressemble à une tumeur gliomateuse, mais seulement les altérations qui caractérisent une inflammation lente. Aussi regardons-nous la lésion inflammatoire comme étant l'essence même de la maladie. Quant aux cavités, ce n'est pour ainsi dire qu'un accident survenu au cours de la myélite. Mais un intérêt tout particulier s'attache à leur situation presque constante dans la substance grise, au voisinage du canal épendymaire, et la distribution des vaisseaux au centre de la moelle nous paraît être la disposition anatomique qui tient ce fait sous sa dépendance.

» On constate facilement, sur des coupes de moelle, qu'il existe à droite et à gauche, un peu en avant du canal central, deux conduits longitudinaux, creusés dans la substance grise, et qui renferment des vaisseaux artériels et veineux. En outre, autour de l'épendyme se trouvent un certain nombre de vaisseaux de plus petit calibre et qui sont accumulés, plus multipliés en ce point qu'en aucun autre de la moelle. Il résulte de ces données anatomiques que l'inflammation spinale, par cela même qu'elle siège au voisinage de l'épendyme, se développe dans une région où sont réunis des vaisseaux affectés principalement à la nutrition de la substance grise, la substance blanche étant nourrie plus spécialement par des vaisseaux périphériques émanant de la pie-mère. Que ces vaisseaux nourriciers de la substance grise, venant à être compris dans la zone inflammatoire, s'oblitèrent, il en résultera des foyers de nécrobiose et, plus tard, la substance ramollie de ces foyers médullaires se résorbera de la même manière qu'on la voit se résorber dans le cerveau, notamment dans la

substance grise des circonvolutions. Or ces modifications vasculaires, nous les avons rencontrées très nettement dans l'un de nos cas.

» Au pourtour de la lésion cavitaire, les vaisseaux présentaient des parois notablement épaissies et étaient manifestement en voie d'oblitération. Enfin, aux limites supérieures de la cavité, s'observaient tous les degrés de l'obstruction, jusqu'à la disparition complète de la lumière vasculaire et la transformation du vaisseau en un cordon fibreux. On comprend du reste aisément que les vaisseaux oblitérés soient en grande partie compris dans l'aire du ramollissement et qu'ils disparaissent, par conséquent, avec la substance grise environnante, si bien que ce soit aux limites de la lésion qu'on en puisse seulement retrouver des traces.

» De plus ces oblitérations vasculaires, produites par un travail inflammatoire qui se poursuit lentement au pourtour du foyer primitif, permettent de concevoir, au moyen d'une série de destructions successives, l'agrandissement graduel et pour ainsi dire insensible de la cavité lacunaire. Ainsi se trouve expliquée la marche progressive, quoique lente, de la maladie, caractère des plus remarquables et dont on n'a guère donné d'interprétation jusqu'alors.

» En résumé, nous regardons l'affection qui nous occupe comme une myélite avec un siège spécial au voisinage de l'épendyme. Cette myélite détermine l'obstruction des vaisseaux nourriciers de la substance grise situés en ce point, et par suite elle donne lieu à des foyers de ramollissement. La formation de la paroi limitante est postérieure à toutes ces altérations et sa pathogénie serait la même que pour la paroi des anciens foyers d'hémorragie ou de ramollissement du cerveau. On voit combien notre interprétation diffère de celle de John Grimm et des auteurs allemands, qui trouvent dans la constitution de cette fausse membrane vasculaire, bourgeonnante, les caractères d'une tumeur qui serait l'origine de tout le processus, pendant que nous, au contraire, nous ne voyons dans cette paroi que la terminaison de la lésion, un processus de cicatrisation. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur le développement et la structure des jeunes Orobanches*. Note de M. **Maurice Hovelacque**, présentée par M. Duchartre.

« Depuis les observations de M. Caspary sur la germination et les premiers développements des Orobanches, observations qui remontent à

1854, il ne s'est produit aucune recherche sur ce sujet jusqu'en 1883, époque à laquelle M. L. Koch a repris cette étude. Les résultats de ce dernier travail sont résumés dans une Note communiquée à la Société botanique de Berlin. Tout récemment, ce botaniste a publié le détail de ses observations, dans un Mémoire considérable. Les recherches de M. Caspary laissaient de côté la structure des jeunes Orobanches; celles de M. L. Koch comblent presque complètement cette lacune. Mais, comme, sur plusieurs points importants, mes observations diffèrent très sensiblement de celles du savant professeur allemand, je crois devoir signaler ces divergences.

» Je prendrai comme type l'*Orobanche cruenta*, qui se rapproche plus de l'état moyen que les *O. speciosa, O. ramosa, O. minor* et *O. Hederæ*. Mes observations ont été faites sur des échantillons dont l'extérieur avait été soigneusement étudié, et qui ont été ensuite débités en sections d'orientation déterminée. Ces coupes sériées, quelle que fût leur dimension, ne comprenaient pas plus d'une rangée de cellules. Par un procédé d'enrobement spécial, emprunté à la technique zoologique, j'ai pu rigoureusement conserver l'agencement relatif des parties constituantes. Pour chaque stade, j'ai multiplié les observations, de manière à éliminer toutes les variations individuelles.

» Au stade le plus jeune que j'aie pu observer, l'Orobanche, déjà fixé sur sa nourrice, se montre comme une petite tache circulaire ou courbée, en forme de croissant. Le parasite a pénétré dans le faisceau de la nourrice. C'est un gros suçoir non ramifié, que rien n'autorise à homologuer à une racine. Ce suçoir est à sa période d'allongement rapide; il montre une couche superficielle d'éléments étroits, allongés normalement à la surface de contact, et une masse méristématique intérieure, à éléments grêles dans sa région centrale.

» Les éléments les plus petits se trouvent vers le milieu de la région de contact, au point où le suçoir touche le bois de la nourrice. Le suçoir est placé à la partie inférieure d'une très petite masse de cellules toutes semblables, dont les externes s'exfolient. Cette masse représente la portion non détruite de l'embryon.

» Bientôt, dans l'axe du suçoir, se différencie un cordon procambial, qui s'épate largement au milieu de la région de contact. Peu après, les premières trachées se caractérisent contre les éléments ligneux de la nourrice. La différentiation ligneuse gagne, peu à peu, le long de l'axe du suçoir.

» Le jeune Orobanche, plus développé, se présente sous la forme d'un mamelon hémisphérique sur le renflement de la racine de *Lotus*. Extérieurement, on ne peut y distinguer ni point de végétation, ni axe, ni appendice. Au-dessus du suçoir, le corps de l'Orobanche consiste en une masse arrondie, irrégulière. Ce corps, nommé tubercule primaire par M. Koch, est d'abord homogène. Sa face libre est formée par une assise de cellules qui s'exfolient une à une. Un peu plus tard, près du sommet, se forment des lacunes, par dédoublement des parois cellulaires. Ces lacunes se rejoignant, il s'établit une cavité très plate, circulaire, dont la face inférieure est constituée par le dermatogène d'un point de végétation. Contrairement à ce qu'a observé M. Koch, j'ai vu cette cavité gagner de la base vers la partie supérieure du mamelon. Le dermatogène du point de végétation recouvre un tissu méristématique, sans initiales spéciales, non différencié en périblème ni en plérome. Vers sa région moyenne, le corps de l'Orobanche s'épaissit; c'est la première indication du bourrelet radiculaire. Le suçoir a grandi, il peut commencer à se ramifier.

A un stade plus avancé, la surface du point de végétation du bourgeon endogène a la forme d'un dôme, libre dans une cavité de même forme, dont la paroi externe est constituée par une lame tri ou quadricellulaire. A la base du point de végétation, apparaissent les premières feuilles, disposées sans ordre. Le point de végétation se compose d'une assise dermatogène, recouvrant une masse méristématique non différenciée en périblème ni plérome, comme l'indique M. Koch. Quelques filets procambiaux s'étendent du cordon libéro-ligneux du suçoir aux feuilles les plus développées. Au niveau du bourrelet radiculaire, sous l'assise en exfoliation, s'étend une masse de tissu cortical, à éléments plus grands, au milieu desquels on voit se former des points de végétation de racines. Ceux-ci se montrent assez loin de la surface et n'ont aucun rapport avec les faisceaux. Ces points de végétation ne sont pas libres; il n'y a pas d'initiales spéciales à chaque tissu; un même groupe cellulaire engendre tous les tissus de la racine, y compris la coiffe qui apparaît seulement plus tard. Dans les racines les plus développées, la masse méristématique se raccorde, par un cordon procambial, aux systèmes libéro-ligneux du bourgeon endogène et du suçoir. Plus tard seulement, la pointe de la racine s'isole, par dédoublement des parois de ses cellules superficielles. La genèse des racines ne ressemble donc nullement à celle des suçoirs.

» A un état de développement plus avancé, la lame qui recouvre le bourgeon se rompt; celui-ci devient complètement libre. Les racines se

développent et font saillie à l'extérieur. Les premières feuilles du bourgeon sont dépourvues de faisceau; les suivantes, au contraire, en ont un. Les premières de celles-ci n'ont qu'un cordon de fibres primitives; dans celles qui viennent après, le faisceau est différencié en bois et en liber.

» Arrivés à ce stade, les jeunes Orobanches sont pourvus de tous leurs organes. La masse libéro-ligneuse du suçoir s'accroît, non par l'adjonction de productions libéro-ligneuses secondaires, mais par l'addition de nouveaux éléments diaphragmatiques, qui mettent en rapport les parties nouvellement formées avec les anciennes. Les feuilles, qui se produisent dans le bourgeon, tendent à se disposer suivant une hélice.

» Parfois, au lieu d'un bourgeon endogène, il y en a deux, ou un plus grand nombre. Leur système libéro-ligneux s'insère sur celui du suçoir, d'une façon quelconque.

» Il n'y a pas lieu de distinguer tous les cas particuliers qui ont été établis par M. L. Koch dans la formation des tubercules primaires et secondaires. Ce sont, à mon avis, de simples particularités individuelles.

» Les jeunes *Orobanche minor* diffèrent des *O. cruenta* par leurs racines plus nombreuses; celles-ci apparaissent plus tôt et occupent toute la partie comprise entre le suçoir et le bourrelet radiculaire; elles peuvent même empiéter sur la région supérieure du tubercule.

» Chez l'*Orobanche Hederæ*, au contraire, les racines, moins abondantes, se développent tardivement. Les bourgeons adventifs sont plus nombreux. »

M. **F. Laur** annonce que la longue période de calme atmosphérique, qui vient de se produire pendant plusieurs mois, sera la cause de perturbations séismiques et de phénomènes éruptifs intenses, à l'entrée de l'hiver.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 26 septembre 1887.

Mémorial du Dépôt général de la Guerre; t. XIII, publié par le général Perrier. — *Jonction géodésique et astronomique de l'Algérie avec l'Espagne.* Paris, Imprimerie nationale, 1887; in-4°.

Annuaire de l'observatoire de Montsouris pour l'an 1887. — *Météorologie. Agriculture. Hygiène*. Paris, Gauthier-Villars; in-18.

Résumé météorologique de l'année 1886 *pour Genève et le Grand Saint-Bernard; par* A. KAMMERMANN. Genève, Charles Schuchardt, 1887; br. in-8°.

Notes géologiques sur la région du mont Perdu. Paris, Georges Chamerot, 1887; br. in-8°.

Revue géologique suisse pour l'année 1886; *par* ERNEST FAVRE et HANS SCHARDT. Genève, H. Georg, 1887; br. in-8°.

Aperçu élémentaire abrégé de l'héliogénèse ou de la formatinn des systèmes solaires; par L. MIRINNY. Paris, Chaix, 1887; br. in-18. (Deux exemplaires.)

Les ballons dirigeables et l'aviation; par J.-C. POMPÉIEN PIRAUD. Lyon, A. Storck, 1887; br. in-8°.

Le déficit chez la plupart des Sociétés de secours mutuels approuvées; par M. PROSPER DE LAFITTE. Agen, V. Lenthéric, 1887; br. in-8°.

Minutes of Proceedings of the Institution of civil Engineers; with other selected and abstracted papers; vol. XC. London, 1887; in-8°.

Archives bohêmes de Médecine, rédigées par les D[rs] JAROSLAV HLAVA et JOSEF THOMAYER; br. in-8°.

Sitzungsberichte der Königlich preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, April 1887-Juli 1887. Berlin, 1887; 11 br. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 5 septembre 1887.)

Note de M. *Marey*, sur la Photochronographie appliquée au problème dynamique du vol des oiseaux :

Page 426, dernière ligne de la note, *au lieu de* $0^m,360$, *lisez* $0^m,035$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 OCTOBRE 1887.

PRÉSIDÉE PAR M. HERVÉ MANGON.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOMÉTRIE. — *Un théorème sur les lignes géodésiques de l'ellipsoïde de révolution allongé;* par M. Halphen.

« Le théorème suivant, que je me borne à énoncer, fait connaître le lien étroit qui relie deux théories, en apparence bien diverses, celle des lignes géodésiques tracées sur les surfaces de révolution du second degré et celle des *mouvements à la Poinsot*.

» Théorème. — *Toute ligne géodésique, tracée sur un ellipsoïde de révolution allongé, se projette sur le plan de l'équateur suivant une courbe qui peut être engendrée par une ellipse à centre fixe et roulant sur ce plan.*

» Soient A, B les axes de l'ellipsoïde ($A > B$), et C le rayon des parallèles qui sont tangents à la ligne géodésique. Soient aussi a, b ($a > b$) les

axes de l'ellipse roulante et h la distance de son centre au plan de roulement. On a les relations suivantes :

$$b^2 - h^2 = C^2, \qquad a^2 - h^2 = B^2, \qquad b^2 = \frac{A^2C^2}{B^2}. \text{ »}$$

OPTIQUE. — *Quelques propriétés relatives à l'action des lames cristallines sur la lumière;* par M. **Mascart**.

« Lorsqu'un système d'ondes planes traverse une lame cristalline à faces parallèles, il se décompose en deux systèmes d'ondes planes polarisées, qui éprouvent des retards inégaux et reconstituent à la sortie un système d'ondes dont l'état vibratoire diffère de l'état primitif.

» Je supposerai que la vibration primitive a lieu suivant une ellipse E; si l'on appelle T la période de vibration de la lumière incidente et qu'on pose $\omega = \frac{2\pi}{T}$, les composantes du mouvement parallèles aux plans principaux de la lame sont de la forme

$$(1) \qquad \begin{cases} x = a\sin(\omega t - \alpha), \\ y = b\sin(\omega t - \beta). \end{cases}$$

» En traversant la lame, ces deux composantes éprouvent des pertes de phase α' et β', de sorte que, si l'on néglige la lumière réfléchie, la vibration à la sortie se fait suivant une autre ellipse E' représentée par les équations

$$(2) \qquad \begin{cases} x' = a\sin(\omega t - \alpha - \alpha'), \\ y' = b\sin(\omega t - \beta - \beta'). \end{cases}$$

» En posant $\frac{b}{a} = \operatorname{tang} i$, on trouve facilement que l'angle θ de l'un des axes A de l'ellipse E avec l'axe des x est déterminé par l'équation

$$(3) \qquad \operatorname{tang} 2\theta = \operatorname{tang} 2i \cos(\beta - \alpha),$$

et, en appelant $\operatorname{tang}\varphi$ le rapport des axes B et A de l'ellipse, on a

$$(4) \qquad \sin 2\varphi = \sin 2i \sin(\beta - \alpha);$$

on en déduit

$$(5) \qquad \begin{cases} \cos 2i = \cos 2\varphi \cos 2\theta, \\ \operatorname{tang}(\beta - \alpha) = \dfrac{\operatorname{tang} 2\varphi}{\sin 2\theta}. \end{cases}$$

» On aurait, de même, pour la direction et le rapport des axes de l'ellipse finale,

$$(6)\qquad \begin{cases} \tang 2\theta' = \tang 2i \cos[(\beta-\alpha)+(\beta'-\alpha')], \\ \sin 2\varphi' = \sin 2i \sin[(\beta-\alpha)+(\beta'-\alpha')], \\ \cos 2i = \cos 2\varphi' \cos 2\theta', \end{cases}$$

et l'angle ψ des axes A' et A des deux ellipses est

$$(7)\qquad \psi = \theta' - \theta.$$

» Réciproquement, si l'on connaît les vibrations elliptiques primitive et finale E et E', c'est-à-dire les angles φ, φ' et ψ, on peut déterminer les éléments de la lame cristalline capable de transformer la première dans la seconde.

» En effet, des deux valeurs de $\cos 2i$, données par les équations (5) et (6), on déduit, en tenant compte de l'équation (7),

$$\cos 2\varphi \cos 2\theta = \cos 2\varphi' \cos 2(\theta+\psi)$$

ou

$$\tang 2\theta = \cot 2\psi - \frac{\cos 2\varphi}{\cos 2\varphi' \sin 2\psi}.$$

» On a ensuite

$$\tang(\beta-\alpha) = \frac{\tang 2\varphi}{\sin 2\theta},$$

$$\sin 2i = \frac{\sin 2\varphi}{\sin(\beta-\alpha)} = \frac{\sin 2\varphi'}{\sin[(\beta-\alpha)+(\beta'-\alpha')]},$$

ou

$$\sin[(\beta-\alpha)+(\beta'-\alpha')] = \sin(\beta-\alpha)\frac{\sin 2\varphi'}{\sin 2\varphi},$$

ce qui détermine l'angle $\beta'-\alpha'$ par l'angle auxiliaire $\beta-\alpha$.

» On connaît ainsi, à l'aide des ellipses E et E', la direction des plans principaux de la lame cristalline par l'angle θ et le retard d'un rayon sur l'autre par la différence de phase $\beta'-\alpha'$.

» Comme le passage d'une ellipse à l'autre peut avoir été produit par un ensemble quelconque de lames cristallines jouissant ou non du pouvoir rotatoire, il en résulte ce théorème, qui n'a pas encore été énoncé, à ma connaissance :

» *L'action sur la lumière d'un ensemble quelconque de lames cristallines*

jouissant ou non du pouvoir rotatoire équivaut à celle d'une lame unique d'un cristal à un axe parallèle à l'axe et perpendiculaire aux rayons incidents.

» Pour cette lame équivalente, la direction de la section principale et le retard du rayon extraordinaire sur le rayon ordinaire dépendent, d'ailleurs, non seulement de la période de la lumière incidente, mais aussi de son état vibratoire.

» Il résulte de là plusieurs conséquences dont je signalerai seulement la suivante.

» On sait qu'un système optique composé d'un polariseur et d'un analyseur, entre lesquels se trouve une lame cristalline, est réversible, c'est-à-dire qu'il absorbe la même fraction de la lumière qui le traverse dans un sens ou dans l'autre. Cette propriété a été étendue au cas de deux ou de trois lames, mais on voit par le théorème précédent qu'elle est vraie pour un ensemble quelconque de lames, puisque, pour une direction et une nature déterminées de lumière, l'ensemble équivaut à une lame unique.

» On a supposé toutefois que les pertes de phase sont indépendantes du sens dans lequel se propage la lumière, ce qui exclut les corps qui jouissent du pouvoir rotatoire magnétique.

» Nous avons admis jusqu'à présent que l'intensité de la lumière reste la même à l'entrée et à la sortie d'une lame cristalline, c'est-à-dire qu'on néglige la lumière réfléchie et l'absorption produite par défaut de transparence des milieux.

» Si les deux composantes de la vibration primitive sont affaiblies dans une lame par une cause quelconque et en proportions inégales, on devra remplacer les équations (2) par

$$x' = a' \sin(\omega t - \alpha - \alpha') = ma \sin(\omega t - \alpha - \alpha'),$$
$$y' = b' \sin(\omega t - \beta - \beta') = nb \sin(\omega t - \beta - \beta'),$$

les coefficients m et n étant plus petits que l'unité.

» Le rapport de l'intensité nouvelle à l'intensité primitive est

$$f = \frac{a'^2 + b'^2}{a^2 + b^2} = m^2 \cos^2 i + n^2 \sin^2 i.$$

» Si l'on pose encore $\tang i' = \frac{b'}{a'}$, on pourra déterminer la vibration el-

liptique résultante par les équations

$$\cos 2i = \cos 2\varphi \cos 2\theta,$$
$$\operatorname{tang}(\beta - \alpha) = \frac{\operatorname{tang} 2\varphi}{\sin 2\theta},$$
$$\operatorname{tang} i' = \frac{n}{m} \operatorname{tang} i,$$
$$\sin 2\varphi' = \sin 2i' \sin[(\beta - \alpha) + (\beta' - \alpha')],$$
$$\operatorname{tang} 2\theta' = \operatorname{tang} 2i' \cos[(\beta - \alpha) + (\beta' - \alpha')],$$
$$\psi = \theta' - \theta,$$
$$f = m^2 \cos^2 i + n^2 \sin^2 i = \frac{A'^2 + B'^2}{A^2 + B^2}.$$

» Les trois premières donnent successivement les angles auxiliaires i, $\beta - \alpha$ et i'; les trois suivantes donnent le rapport et la direction des axes de l'ellipse E′, et la dernière la somme des carrés des axes A′ et B′.

» Inversement, si l'on connaît la vibration elliptique finale E′ par les angles φ' et ψ et la fraction $1 - f$ de lumière perdue, par suite d'une ou de plusieurs modifications successives imposées à la vibration primitive E, et si l'on se donne, entre certaines limites, le rapport des coefficients m et n, on peut en déduire les angles θ et $\beta - \alpha$, ainsi que les coefficients m et n, c'est-à-dire les conditions dans lesquelles devrait avoir lieu une modification unique équivalente.

» Si l'on admet, comme cas le plus simple, que les coefficients m et n soient égaux, il en résulte $i' = i$; les équations qui donnent les angles θ et $\beta' - \alpha'$ sont les mêmes que si l'intensité n'était pas modifiée, et l'on a

$$m = n = \sqrt{f}.$$

» Le théorème précédent peut donc être énoncé sous cette forme plus générale :

» *L'action sur la lumière d'un ensemble quelconque de lames cristallines équivaut à celle d'une lame unique d'un cristal à un axe parallèle à l'axe et perpendiculaire aux rayons incidents, qui affaiblirait dans un même rapport les rayons ordinaire et extraordinaire.*

» Il est clair que la réversibilité existe encore pour un système optique formé d'un polariseur et d'un analyseur entre lesquels se trouve un en-

semble de lames cristallines qui absorbent la lumière d'une manière quelconque ».

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une expérience de M.* D. Colladon; par M. **Mascart**.

« Les *Comptes rendus* contiennent ([1]) la description et la figure de l'appareil imaginé par M. D. Colladon pour la reproduction artificielle des trombes. En m'adressant cet appareil pour le Cabinet de Physique du Collège de France, notre Correspondant exprime le désir, auquel je suis très heureux de satisfaire, que l'expérience soit d'abord reproduite devant l'Académie; elle ne manquera pas de paraître extrêmement élégante, et je n'ajouterai rien aux conclusions que l'auteur en a tirées.

» Toutefois, ces expériences si ingénieuses, ainsi que celles de M. Weyher et plusieurs autres entreprises dans la même voie, paraîtront peut-être à quelques personnes plutôt des illustrations d'une idée théorique qu'une démonstration véritable des phénomènes atmosphériques.

» L'opinion des météorologistes sur l'existence d'un courant d'air ascendant à la partie centrale des cyclones résulte d'ailleurs, en dehors de toute préoccupation théorique, de l'observation des faits qui nous paraissent en fournir la preuve jusqu'à l'évidence.

» L'observation est beaucoup plus difficile dans le cas des tourbillons de petite étendue, comme les tornados et les cyclones; mais, pour la trombe du lac de Genève, il paraît difficile d'admettre que les témoignages invoqués par un physicien aussi compétent que M. Ch. Dufour soient le résultat d'une illusion. M. Dufour est très formel à ce sujet dans une lettre adressée à M. Colladon :

» Tous ceux qui ont vu cette trombe de près disent qu'elle avait un mouvement de giration très rapide...; elles sont unanimes pour dire que cette espèce de nuage de gouttes d'eau montait et qu'elles le voyaient très bien. Une partie de ces gouttes retombait et des hommes d'équipe du chemin de fer en ont été mouillés. »

([1]) T. CIV, p. 1075.

MÉTÉOROLOGIE. — *Remarques sur la récente expérience de M.* Colladon; par M. **H. Faye**.

« L'expérience que M. Mascart vient de répéter devant l'Académie avec l'appareil de M. Colladon est assurément curieuse et intéressante, mais non pas précisément au point de vue où l'auteur s'est placé lorsqu'il combinait son ingénieux mécanisme. L'illustre physicien de Genève s'est proposé de reproduire artificiellement une trombe en imprimant un vif mouvement de rotation à de l'eau confinée dans un vase cylindrique. Des poussières, placées au fond du vase, nous ont montré que, dans cette masse, il existait un courant central ascendant avec un léger tournoiement, à la condition de faire tourner rapidement une roue à palettes horizontale, immergée dans le liquide. L'eau, chassée vivement vers les parois du vase par les palettes du tourniquet, descend le long de ces parois et remonte au milieu, vers l'axe. M. Colladon en conclut que les trombes sont bien ascendantes. M. Faye a donc tort de soutenir le contraire (¹).

» Il est curieux de voir qu'en opérant aussi sur de l'eau renfermée dans un vase cylindrique, M. de Bezold, directeur de l'Observatoire central météorologique, à Berlin, dans une série d'expériences des plus remarquables, est arrivé à produire, au contraire, un mouvement descendant dans le sens de l'axe. Il en conclut qu'au cas de girations extrêmement rapides, comme dans les trombes et les tornados, les vues de M. Faye sont justes (²).

» L'analyse de M. Oberbeck, dit M. de Bezold, conduit aux mêmes conclusions; seulement, c'est à tort que M. Oberbeck croit que ces grandes vitesses ne se rencontrent pas dans la nature, car ce sont elles précisément qui donnent naissance aux trombes et aux tornados.

(¹) Cette expérience a été en effet entreprise par M. Colladon, au cours d'une discussion dont j'ai rendu un compte complet dans ma dernière brochure intitulée : *Sur les tempêtes, théories et discussions nouvelles*. Gauthier-Villars; 1887.

(²) Académie de Berlin, séance de la Classe physico-mathématique, en date du 17 mai 1887. L'auteur n'est plus du tout de cet avis quand il s'agit des cyclones; il partage pleinement l'opinion des météorologistes que j'ai cités dans mon article *Sur la trombe récente du lac de Genève* [*Comptes rendus* du 26 septembre dernier, note (¹) au bas de la page 500]. M. de Bezold persiste à les déclarer ascendants, tout en convenant que les trombes et les tornados sont descendants.

» L'Académie voit par là que des expériences sur une masse d'eau confinée, à laquelle on communique un mouvement de rotation, peuvent donner des résultats diamétralement opposés, suivant qu'on opère avec plus ou moins de soin ou de délicatesse. M. Colladon dit à l'Académie de Paris : « Vous voyez une trombe monter, quoi qu'en dise M. Faye », tandis que M. de Bezold dit à l'Académie de Berlin : « Vous voyez que les » trombes (non les cyclones) peuvent fort bien descendre, comme le soutient M. Faye. »

» Pour moi, je diffère tout autant d'opinion avec l'un qu'avec l'autre de ces deux habiles expérimentateurs. L'un et l'autre ont fait d'intéressantes expériences sur la rotation d'une masse fluide; mais ni l'un ni l'autre n'a réalisé une trombe, et je ne trouve pas que ma théorie soit renversée par les expériences du premier, ni qu'elle soit le moins du monde confirmée par les expériences du second.

» Notre éminent Confrère M. Mascart a lui-même fait des réserves sur la portée de l'expérience qu'il vient d'exécuter devant nous au nom de M. Colladon. Il n'y voit pas, si j'ai bien entendu, la reproduction d'une véritable trombe. Et, en effet, il a été facile de voir, dès le premier coup d'œil, combien ces réserves sont sages. Tous, nous avons remarqué que, si les poussières du fond du vase s'élevaient dans l'axe en tournoyant, si elles figuraient *vaguement* la forme en entonnoir, c'était tout l'inverse des trombes dont la partie large est en haut, tandis que la partie étroite est en bas : la trombe de M. Colladon était large en bas et allait en s'amincissant vers le haut.

» Même différence ou plutôt même opposition en ce qui concerne les vitesses. Dans l'expérience, la giration rapide était en haut, la giration lente, à peine sensible, se trouvait au fond du vase; tandis que, dans les trombes, la giration est lente en haut, dans la large embouchure de l'entonnoir, et s'accélère prodigieusement en bas, c'est-à-dire sur le sol. Ainsi, l'expérience elle-même parle aux yeux; elle nous dit qu'il n'y a point là de trombe.

» Cet insuccès de l'expérience, qu'elle contredise ou confirme mes vues, peu importe, tient à ce que l'expérimentateur ne se place pas du tout dans les conditions de la nature (1). Et véritablement ce n'est pas ici le lieu

(1) La seule expérience admissible a été décrite par M. Hirn dans son beau Mémoire intitulé : *Étude d'une classe particulière de tourbillons*. Paris, 1878. Mais, pour aboutir à une représentation un peu fidèle de la nature, il a fallu introduire dans

d'expérimenter, car la condition première du phénomène est irréalisable dans nos cabinets de Physique. Toute trombe, tout tornado, tout cyclone marche à grande vitesse en même temps qu'il possède un mouvement giratoire. Or, ce mouvement de translation n'est pas moins inhérent au phénomène que la giration, ou, pour parler plus exactement, la translation que nous ne pouvons réaliser par l'expérience est l'essentiel : la giration en dérive, je veux dire, elle résulte d'une simple particularité de la translation.

» Quand on ne peut pas expérimenter, il faut observer, et, puisqu'on expérimente sur l'eau, il est sans doute tout aussi légitime d'observer ce qui se passe dans les cours d'eau, là où l'on voit des phénomènes auxquels il ne manque rien d'essentiel, puisqu'ils consistent en des mouvements tourbillonnaires *animés d'une translation*.

» Or, pour tous les ingénieurs occupés du régime des rivières, ces tourbillons épuisent sur le sol du lit la force vive qu'ils ont soustraite au courant; ils y pratiquent des érosions, des troubles que le courant emporte plus loin en produisant des alluvionnements sur des points déterminés.

» Pour tous ces observateurs, ces tourbillons sont donc descendants. Descendants ils sont pour les nageurs et les bateliers qui s'y sont laissé une fois entraîner. Ils tournent en descendant et marchent en suivant le fil de l'eau. Transportez ces faits d'observation dans l'atmosphère, où il existe certainement des courants, où se produisent aussi des tourbillons qui marchent en labourant le sol, et vous aurez la base même de ma théorie.

» Les tourbillons se produisent dans les cours d'eau sous toutes les dimensions; il y en a de $0^m,01$ de diamètre et il y en a de plusieurs centaines de mètres. C'est là une propriété caractéristique de ce genre de mouvements, comme la tendance à se réunir, la tendance à croître en marchant et à se segmenter. Mêmes phénomènes dans l'atmosphère; les trombes et les cyclones tourbillonnent en marchant; on voit des trombes se réunir en une seule; on voit des cyclones s'élargir et finir par se décomposer en plusieurs, suivant à peu près la même marche. On les *voit*, sans illusion possible, descendre jusqu'au sol et travailler sur lui. Mais je m'arrête, il me faudrait trop de temps pour répéter ici toutes les analogies que j'ai si souvent signalées. J'en ai conclu que les trombes de quelques

---

l'expérience un artifice qui ne se retrouve pas dans les faits naturels, artifice qui consiste à pratiquer au bas du vase un écoulement par un orifice ou par un siphon. C'est cette expérience-là qu'il faudrait répéter dans les cours; elle est frappante.

mètres de diamètre ou les tornados d'une lieue, ou les typhons de 20 ou 30 lieues, ou les cyclones de centaines de lieues de diamètre qui marchent pendant des heures ou des semaines entières en tournant et en travaillant sur le sol ou sur la mer, sont des phénomènes de même nature mécanique que les tourbillons de nos rivières, ne différant les uns des autres (je parle des trombes et des cyclones) que par leurs dimensions et par la hauteur des courants où ils prennent naissance. Et aujourd'hui nous pouvons ajouter, grâce aux belles observations du *Signal Service* aux États-Unis, que les tornados et les trombes internubaires sont de véritables satellites des vastes cyclones, en sorte que la théorie d'un cyclone complet se mouvant dans son courant générateur avec ses appendices diversement étagés donne la clef de toute la météorologie dite *dynamique*. Cette théorie a l'avantage de débarrasser la Science d'une foule de préjugés et d'erreurs désormais insoutenables, et surtout de lui ouvrir des voies fécondes. Elle fait son chemin peu à peu; peut-être vivrai-je assez pour assister à son triomphe définitif. »

PHYSIOLOGIE. — *Étude expérimentale de la locomotion humaine.* Note de MM. **Marey** et **Demeny**.

MOUVEMENTS DU TRONC DANS LA MARCHE ET DANS LA COURSE.

« Dans des Notes publiées antérieurement (¹), il a été donné une analyse cinématique des mouvements du corps et des membres dans la marche et la course de l'homme.

» Cette analyse, faite au moyen de la photographie, contient des indications sur la forme caractéristique des trajectoires décrites par les points remarquables du corps, la valeur des vitesses horizontale et verticale de chacun de ces points et à des instants successifs équidistants, les degrés d'abaissement et d'élévation du corps au-dessus du sol, et les attitudes successives des membres d'un même côté.

» Ces observations se rapportent à la projection du mouvement sur un plan vertical parallèle à la direction générale de la progression. Mais le mouvement ne se passe pas dans un plan vertical; chaque point du corps décrit en réalité une courbe gauche, et les mouvements dans le sens

(¹) *Comptes rendus*, séances du 19 mai 1884 et des 20 septembre et 4 octobre 1886.

perpendiculaire à la progression échappent à la projection verticale indiquée ci-dessus.

» De cette nature sont les mouvements propres du tronc qui, mentionnés depuis longtemps par différents physiologistes, ont été l'objet d'une étude expérimentale approfondie de la part de M. le professeur Carlet (¹).

» Nous avons cru néanmoins devoir soumettre ces mouvements à l'analyse par la méthode photochronographique, qui a, sur la méthode graphique par inscription directe, l'avantage de laisser le sujet en expérience libre de ses mouvements et ne peut ainsi être suspectée d'altérer les allures normales. De plus, cette étude nous présente un double intérêt.

» Elle peut nous faire connaître le sens et la valeur de l'erreur commise dans les précédentes observations et dans les calculs relatifs à l'évaluation du travail (²). Ces calculs faits avec des éléments tirés de la projection verticale du mouvement du sommet de la tête ne sont vrais que pour le mouvement du centre de gravité du corps et il est intéressant de constater si le point choisi est celui dont le mouvement se rapproche le plus du mouvement du centre de gravité du corps ou bien si ce point se ressent des mouvements propres du tronc.

» Cette étude doit aussi compléter notre connaissance de la locomotion normale de l'homme par des observations de détail qui prendront de l'importance dans l'étude de la locomotion pathologique; certaines perturbations que l'on observe dans les différentes claudications ne sont probablement que l'exagération en plus ou en moins de mouvements peu apparents, mais existant néanmoins à l'état normal.

» Les mouvements propres du tronc sont :

» 1° Des torsions suivant un axe vertical;

» 2° Des torsions suivant un axe horizontal;

» 3° Des mouvements de totalité (balancement d'avant en arrière et balancement latéral).

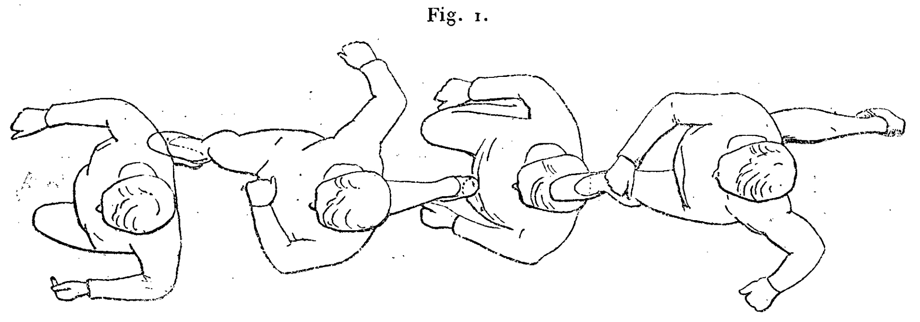
» Pour nous rendre compte des mouvements de torsion suivant l'axe vertical, nous avons couvert de velours noir la piste d'expérience et nous avons fait passer le sujet vêtu de blanc au-dessous d'un photochronographe braqué verticalement à 12^m de hauteur. Nous avons obtenu une série d'images en raccourci reproduites dans la *fig.* 1 et qui donnent déjà

(¹) *Annales des Sciences naturelles : Zoologie*, 1872.

(²) *Comptes rendus,* séance du 9 novembre 1885.

sur les positions relatives des parties du corps des indications complémentaires des images prises sur l'écran vertical.

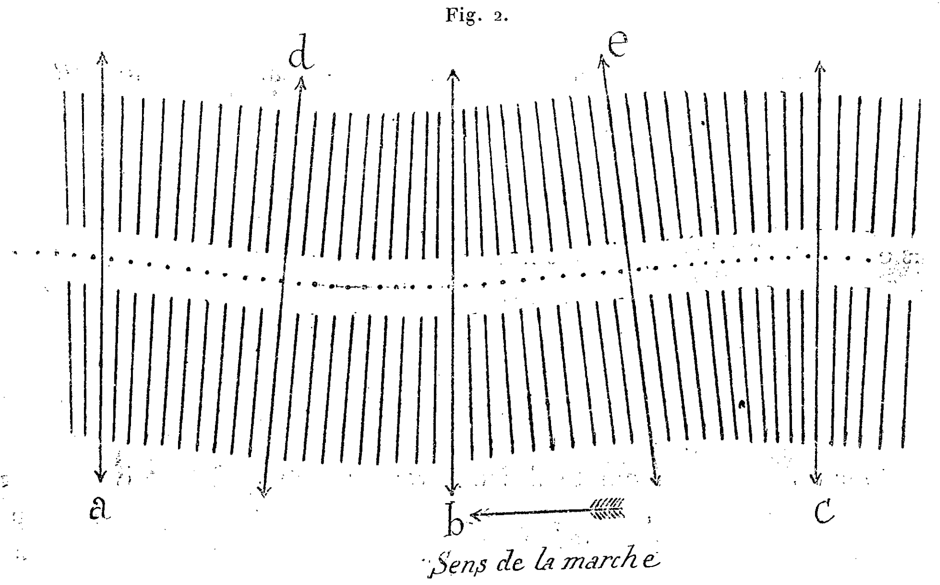
Fig. 1.



Images successives d'un coureur photographié d'un point élevé à des intervalles de $\frac{1}{10}$ de seconde.

» Les mouvements de torsion du tronc sont indiqués dans ces figures, mais insuffisamment pour en comprendre la continuité. Nous les avons rendus plus apparents en fixant horizontalement sur l'homme vêtu de noir deux baguettes blanches indiquant l'axe des épaules et la ligne des têtes fémorales.

Fig. 2.

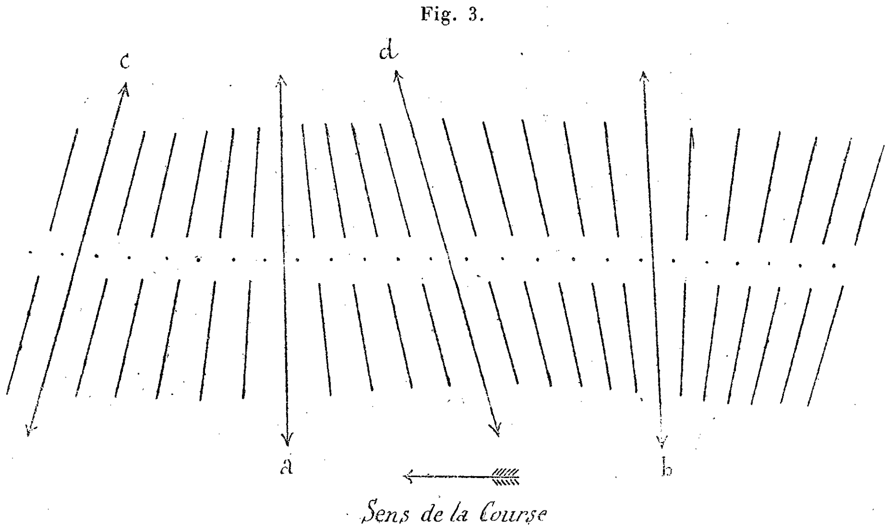


Photographies successives d'une baguette indiquant l'axe des épaules d'un marcheur.
Les images sont prises à $\frac{1}{50}$ de seconde d'intervalle et d'un point élevé.
On voit en projection horizontale la trajectoire de la tête indiquée par des points, ainsi que la torsion des épaules nulle en *abc* et maximum en *de*.

» En augmentant le nombre d'images jusqu'à cinquante à la seconde, on

obtient sur la plaque photographique une figure reproduite *fig.* 2 et 3, où les inflexions latérales de la trajectoire de la tête et le mouvement de torsion des épaules et du bassin sont clairement et synchroniquement indiqués.

Fig. 3.



Projection horizontale de la trajectoire du sommet de la tête et torsion de l'axe des épaules dans la course, obtenue dans des conditions identiques à celles de la figure précédente.

» Les torsions du tronc suivant un axe horizontal antéropostérieur ont été étudiées de la même manière, en photographiant devant l'écran noir vertical le mouvement des mêmes baguettes blanches pendant que l'homme fuit dans l'axe de l'appareil photographique placé horizontalement.

» Une troisième baguette blanche fixée le long de l'axe spinal du marcheur suivait les mouvements de totalité du tronc et indiquait en projection verticale, soit parallèle au sens de la progression, soit perpendiculaire à cette direction, les balancements d'avant en arrière et les mouvements de balancement latéral (*fig.* 4 et 5).

» Voici, en résumé, l'analyse de ces mouvements du tronc et leur comparaison dans la marche et la course de l'homme :

Sinuosités de la trajectoire du sommet de la tête en projection horizontale.

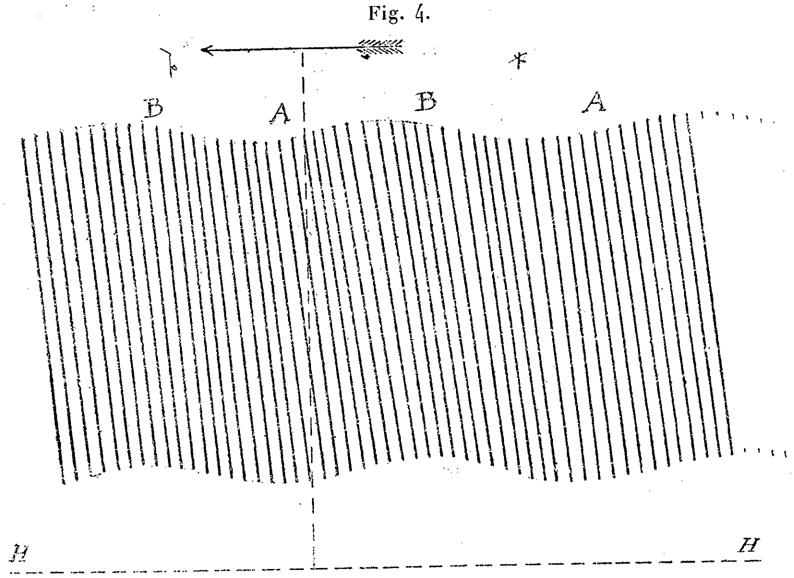
» Dans la marche, l'écart latéral maximum a lieu pendant l'appui unipédal, il coïncide avec le maximum d'élévation de la tête au-dessus du plan horizontal et

» Dans la course, l'écart latéral maximum a lieu pendant l'appui, il coïncide avec le minimum d'élévation de la tête au-dessus du plan horizontal, ainsi qu'avec

avec le minimum de la vitesse horizontale de la masse du corps.

le minimum de la vitesse horizontale de la masse du corps.

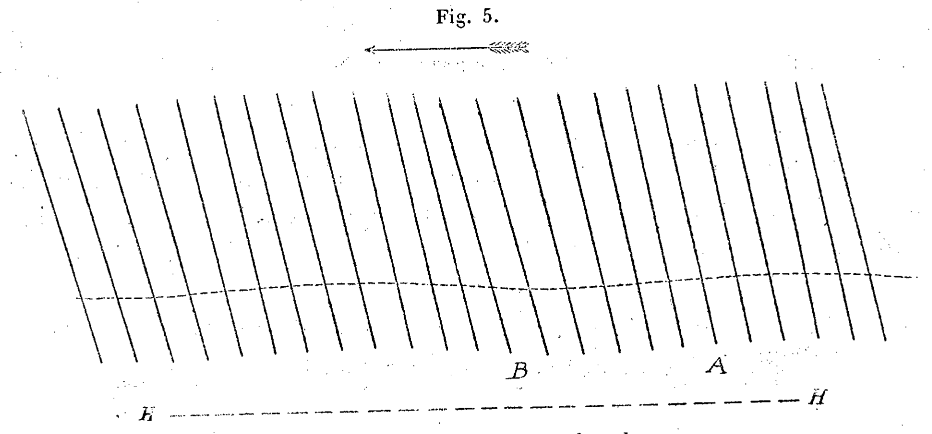
Fig. 4.



Photographies successives, à $\frac{1}{50}$ de seconde d'intervalle, d'une baguette fixée le long de la colonne vertébrale d'un marcheur et dépassant la tête d'une longueur considérable, destinée à amplifier le mouvement de balancement en avant et en arrière et l'inclinaison générale du tronc dans la marche.

On voit en A, au moment du double appui du pied, le corps se porter légèrement en arrière, et inversement en B, au milieu de l'appui, s'incliner légèrement en avant.

Fig. 5.



Montrant les inclinaisons du tronc dans la course.
La ligne ponctuée représente la trajectoire du sommet de la tête; HH horizontale.
Les attitudes correspondent à des intervalles de temps de $\frac{1}{50}$ de seconde.

» Sa valeur est en moyenne de $2^{cm},5$ à droite et à gauche de la ligne de progression.

» Sa valeur est moindre que dans la marche et diminue avec la longueur du

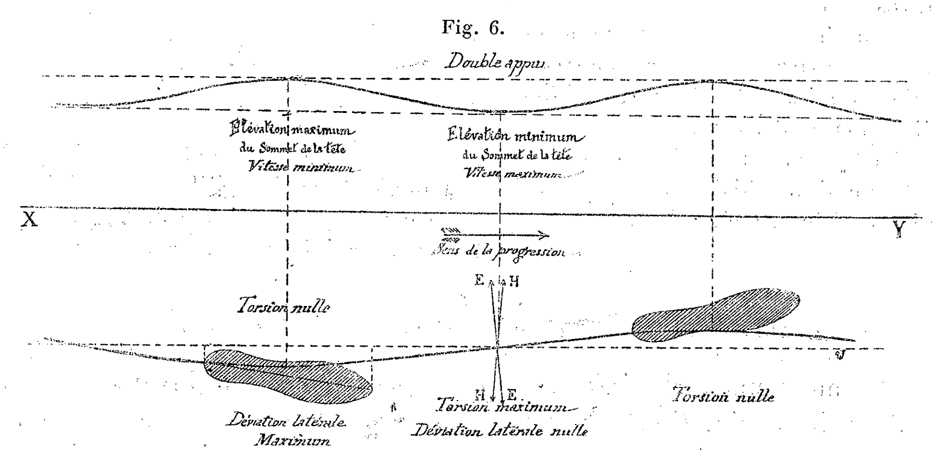
» Cet écart varie dans le même sens que l'écartement des empreintes des talons; il lui est sensiblement égal et diminue lorsque la longueur du pas augmente.

» L'écart latéral est nul pendant le double appui; à ce moment la trajectoire du sommet de la tête se projette horizontalement sur la ligne moyenne de progression (*fig.* 6).

pas comme l'écartement des empreintes des pieds sur le sol.

» L'écart latéral est nul pendant le milieu de la suspension; à ce moment la trajectoire de la tête croise la ligne moyenne de progression (*fig.* 7).

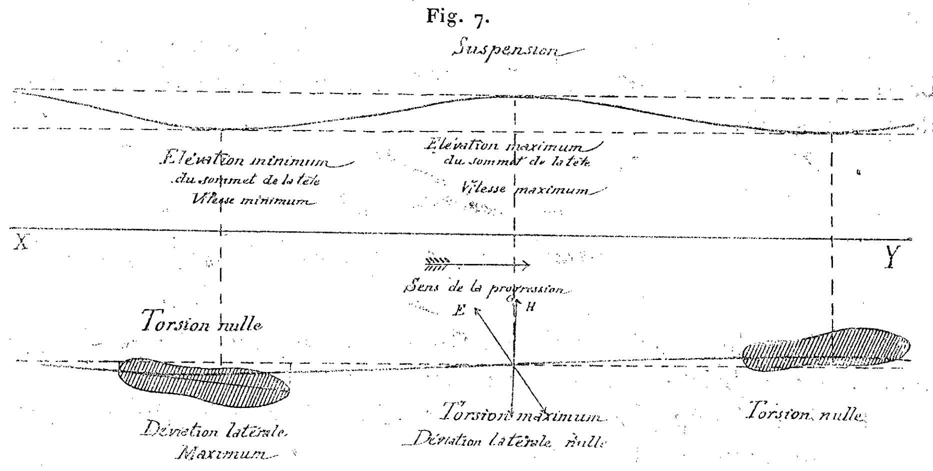
Fig. 6.



Projections horizontale et verticale de la trajectoire du sommet de la tête d'un marcheur pendant un pas.

On voit la position des pistes par rapport à la projection horizontale de la trajectoire, l'inclinaison de l'axe du pied et la corrélation entre la déviation latérale, l'élévation de la tête, la variation de vitesse et la torsion du tronc.

Fig. 7.



Projections horizontale et verticale de la trajectoire de la tête d'un coureur, montrant, par la comparaison avec la figure précédente, les différences entre les divers mouvements du tronc dans la marche et la course.

TORSIONS DU TRONC SUIVANT L'AXE VERTICAL.

1. *Mouvement de l'axe transversal du bassin en projection horizontale.*

» Dans la marche, la hanche est portée en avant, en même temps que le membre inférieur oscillant, tandis que la hanche opposée correspondant au membre à l'appui reste en arrière.

» Il en résulte une torsion dont le maximum, 9° environ, a lieu au moment du double appui et coïncide avec le minimum d'élévation du corps au-dessus du sol.

» La torsion du bassin est nulle pendant l'appui unipédal et au moment d'élévation et d'écart latéral du tronc (*fig.* 6).

» Dans la course, la torsion du bassin est moins considérable que dans la marche; son maximum a lieu au milieu de la suspension du corps.

» La torsion est nulle au milieu de l'appui et pendant l'élévation minimum du corps au-dessus du sol. Elle diminue avec la rapidité de l'allure (*fig.* 7).

2. *Mouvement de l'axe des épaules en projection horizontale.*

» Le mouvement de l'axe des épaules se fait en sens inverse de celui de l'axe du bassin. Il est de même sens que la projection des membres supérieurs. La torsion est maximum en même temps que la torsion inverse de la ligne des hanches.

» Mais sa valeur absolue est plus grande : 12° environ pour la marche au moment du double appui, 45° pour la course au milieu de la suspension du corps.

» La torsion de l'axe des épaules est nulle en même temps que celle du bassin quand les bras passent par la verticale; elle augmente avec la vitesse de progression.

TORSIONS DU TRONC SUIVANT L'AXE HORIZONTAL.

Mouvement de la ligne des hanches et de la ligne des épaules en projection verticale.

» La ligne des hanches s'abaisse du côté de la hanche suspendue, et ce mouvement subsiste à toute allure marchée et courue.

» La ligne des épaules se relève du côté de la hanche suspendue, et ces deux mouvements sont synchrones.

» La torsion des épaules est plus faible dans la course que dans la marche et devient presque nulle dans une course rapide.

MOUVEMENTS DE TOTALITÉ DU TRONC.

Balancement d'avant en arrière.

» Le corps s'incline en avant pendant la première moitié de l'appui et en arrière pendant la seconde moitié.

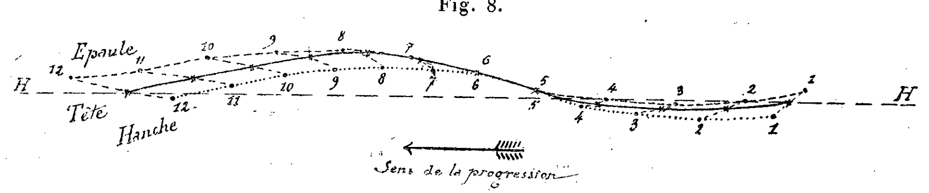
» Ce mouvement est insensible dans la marche (*fig.* 4), plus accentué dans la course (*fig.* 5); ils s'exagèrent avec la longueur du pas, mais n'excèdent pas 5 degrés dans les allures ordinaires.

Balancement latéral.

» Dans la marche normale et la course modérée, les mouvements latéraux du tronc sont des mouvements de translation dans lesquels l'axe du tronc reste parallèle à lui-même et se transporte latéralement à chaque appui du pied d'une quantité indiquée dans la projection horizontale du sommet de la tête (*fig.* 6 et 7). Ce balancement a pour raison l'écartement des empreintes des pieds et se combine avec le mouvement d'inclinaison du tronc en avant et en arrière.

» Nous pouvons maintenant expliquer les différences que nous présentaient en projection verticale les trajectoires de la tête de l'épaule et de la hanche d'un marcheur. On a superposé, dans la *fig.* 8, les positions cor-

Fig. 8.



Comparaison des projections verticales des trajectoires du sommet de la tête, de l'épaule et de la hanche.
On voit que la tête occupe constamment une position intermédiaire entre les positions correspondantes de l'épaule et de la hanche marquées par les mêmes chiffres.

respondantes de ces trajectoires en faisant coïncider les images n° 6 qui correspondent à la torsion nulle du tronc ainsi que les horizontales menées par les points correspondants. On voit que l'épaule est toujours en avant de la tête quand la hanche est en arrière, et inversement; en outre, que le point milieu de la ligne qui joint l'épaule à la hanche a un mouvement presque identique à celui du sommet de la tête. Ce dernier point n'est, en effet, influencé par aucun des mouvements de torsion du tronc qui modifient la trajectoire de l'épaule et de la hanche.

» Il n'y a que le balancement d'avant en arrière qui pourrait modifier sa trajectoire et faire donner aux mesures de la variation de vitesse horizontale des valeurs trop grandes. Mais ce mouvement est assez faible dans la marche pour que nous soyons autorisés à considérer le mouvement du sommet de la tête comme se rapprochant le plus de celui du centre de gravité du corps.

» Néanmoins, comme le centre de gravité se déplace dans le corps à chaque attitude, il n'y a que la détermination expérimentale directe du déplacement du centre de gravité qui permette de corriger la trajectoire du sommet de la tête et de la rapprocher davantage de celle du centre de gravité. Dans une autre Communication M. Demeny montrera comment se fait cette correction et comment elle influe surtout sur la valeur réelle des réactions verticales du tronc. »

PATHOLOGIE. — *De la non-existence du tétanos spontané.* Note de M. **Verneuil.**

« L'étiologie du tétanos divise les pathologistes.

» Les uns, qu'on pourrait appeler *dualistes*, admettent que, si cette maladie succède fréquemment à une blessure, elle peut naître aussi sans solution de continuité préalable et sous l'influence de diverses causes, au premier rang desquelles se place le froid ou le refroidissement, d'où deux formes : tétanos traumatique ou chirurgical et tétanos spontané ou médical.

» Les autres, les *unicistes*, ne reconnaissent point cette double origine. Pour eux, la maladie est une et part toujours d'une solution de continuité traumatique ou pathologique, extérieure ou intérieure, encore ouverte ou déjà cicatrisée; ils rejettent donc les formes précédentes et ne décrivent qu'un tétanos auquel ils reconnaissent à la vérité des causes déterminantes multiples.

» L'opinion dualiste est à la fois la plus ancienne et la plus répandue, cependant les protestations ou au moins les doutes des unicistes remontent à une époque assez éloignée déjà. Je n'ai pas fait de longues recherches bibliographiques sur ce point, mais je citerai seulement un passage très explicite, écrit en 1854 :

» C'est une règle de pronostic que plus l'intervalle entre l'accident et l'invasion des symptômes spasmodiques est long, plus la maladie est bénigne. Partant de cette idée, et considérant aussi la gravité relativement moindre du tétanos appelé *idiopathique*,

plusieurs auteurs prétendent que cette forme n'existe réellement pas et que les cas cités comme exemples ne sont que des tétanos traumatiques à incubation prolongée et où la blessure extrêmement légère a eu le temps de s'effacer de la mémoire des malades (¹).

» A trente-deux ans de distance, nous retrouvons les mêmes idées présentées encore sous une forme plus affirmative par un de nos jeunes médecins les plus distingués et fort au courant de la question. M. le Dr Raymond, en effet, proclame l'unité de la maladie et n'admet entre les formes chirurgicale et médicale que des différences tout à fait secondaires.

» Bref, dit-il, la différence essentielle qui les sépare, c'est que, à l'origine d'un tétanos de forme traumatique, il y a une lésion appréciable des parties superficielles ou profondes, tandis que, dans un cas appartenant à la forme spontanée, la recherche d'une semblable lésion reste infructueuse.

» L'analogie entre les caractères cliniques est si grande dans les deux formes qu'il est arrivé souvent de diagnostiquer de prime abord un tétanos spontané sur un malade alors qu'un examen minutieux de tous les commémoratifs révélait ensuite un de ces traumas minimes auxquels on n'attache qu'une importance médiocre et qui est facilement passé sous silence dans un interrogatoire incomplet (²). »

» J'ajoute que plusieurs vétérinaires fort instruits m'ont déclaré qu'ils ne croyaient pas au tétanos spontané, donnant entre autres raisons que les très petites plaies, celles du pied, entre autres, passaient facilement inaperçues et étaient cicatrisées avant l'éruption de la maladie.

» Je suis, pour ma part, unicisté déclaré et convaincu, mais je conviens que le plus grand nombre des médecins et des chirurgiens sont encore dualistes, et je crois qu'il faudra pour les ramener à la vraie doctrine beaucoup de temps et des faits nombreux ou des arguments décisifs.

» Fondée exclusivement sur une négation, c'est-à-dire sur l'impossibilité de trouver le trauma initial, la doctrine dualiste — qui tomberait d'elle-même si l'on parvenait toujours à montrer ce trauma — doit fournir des observations échappant à toute critique.

» Basée à son tour sur une affirmation, à savoir : l'existence préalable, constante et nécessaire d'une porte d'entrée, la doctrine unicisté ne peut triompher qu'en retrouvant toujours la porte d'entrée susdite.

» Or, je ne sais pas ce que vaudront les observations qu'on pourra prendre dans l'avenir, mais j'affirme l'insuffisance de celles qu'ont publiées

---

(¹) *Mémoire sur une série de cas de tétanos*, publié in *Med. Times and Gazette*, p. 620, 17 juin 1854 et analysé *in Gaz. hebd. de Paris*, p. 720; 1854.

(²) *Tétanos médical* (*Dict. encycl.*, 3e série, t. XVII, 1re Part., p. 2).

jusqu'à ce jour les deux parties dissidentes. J'ai reçu dans ces derniers temps un certain nombre d'observations inédites avec le titre de *tétanos spontané*. Or, la plupart d'entre elles n'ont aucune valeur, et plusieurs autres prouvent tout le contraire de ce qu'on veut leur faire dire; mais il en reste un certain nombre, fort minime à la vérité, où il serait aussi téméraire de nier que d'affirmer la plaie intérieure ([1]). Le mieux est, sans doute, de faire table rase du passé et de ne rouvrir la discussion qu'avec des documents irréprochables. Mais alors il serait bon d'indiquer comment il faudrait les recueillir à l'avenir.

» Certains dualistes, surtout si le froid intervient, acceptent fort à la légère le tétanos spontané, sous prétexte que la blessure est fort petite ou n'est pas visible, ou n'existe plus. Or, s'ils étaient mieux au courant de la pathologie du tétanos, ils sauraient :

» 1° Qu'un trauma quasi microscopique : piqûre par aiguille à coudre, seringue de Pravaz ou épine des champs, qu'une égratignure ou une écorchure, mesurant à peine quelques millimètres, sont facilement suivis de tétanos véritablement traumatique;

» 2° Que diverses plaies pathologiques : brûlures, gelures, ulcères simples ou spécifiques, ou consécutives à une escharre inflammatoire ou ulcéreuse de la peau ou des muqueuses peuvent, avec le concours d'une cause déterminante, devenir le point de départ d'un tétanos, qu'on pourra appeler *pathologique* si l'on veut, mais non point spontané;

» 3° Que blessures et plaies peuvent engendrer le tétanos, même après une cicatrisation complète, plus ou moins ancienne, c'est-à-dire pouvant remonter certainement à plusieurs semaines, très probablement à plusieurs mois, peut-être même à une ou plusieurs années, point tout à fait capital imposant une longue enquête rétrospective qu'on fait bien rarement.

» J'imagine qu'en tenant rigoureusement compte de toutes ces conditions pathogéniques, on découvrira presque toujours la solution de continuité présente ou passée et qu'en conséquence l'existence du tétanos spontané deviendra de plus en plus problématique; mais, comme il pourra toujours y avoir, pour cette maladie, comme pour toutes les autres du reste, des cas à interprétation étiologique très malaisée, sinon impossible, et derrière lesquels se réfugieraient les dualistes, je vais dire en vertu de quel argument théorique je suis et resterai unciste malgré les faits plus ou moins concluants, en apparence, qu'on pourrait m'opposer.

([1]) Ces observations ont été publiées dans le *Bulletin médical*, octobre 1887.

» Une opinion, formulée timidement depuis quelques années par des chirurgiens éminents qui, par malheur, ne se sont pas donné la peine d'en poursuivre la démonstration, une opinion, dis-je, assimile le tétanos aux maladies microbiennes, virulentes ou infectieuses.

» J'avoue que la théorie, de date récente, est encore imparfaitement établie, mais je sais aussi qu'elle a fait de tels progrès en ces derniers temps que plusieurs chirurgiens, médecins et vétérinaires, praticiens et expérimentateurs, français ou étrangers, l'ont résolument adoptée [1]. Étant de ce nombre, je me suis demandé de quel poids elle pourrait peser dans le débat ouvert entre les dualistes et les unicistes et me suis vite aperçu qu'elle fournirait à ces derniers un argument favorable tout à fait péremptoire.

» La question se pose, du reste, avec une extrême simplicité et sans la moindre ambiguïté.

» Si le tétanos est virulent, il n'y a pas de tétanos spontané, pas plus qu'il n'existe de variole, de syphilis, de morve, de rage, de tuberculose, de pustule maligne spontanées.

» Si le tétanos est virulent, il n'a qu'une cause *réelle :* un virus venu du dehors et pénétrant dans l'organisme à un moment donné, mais ne s'y formant jamais de toutes pièces ni spontanément.

» Ces deux propositions, véritables théorèmes, ont des corollaires importants.

» Le problème pathogénique se réduit alors à découvrir comment et quand s'effectue la pénétration et quelles circonstances la favorisent ou l'entravent.

» Si, comme les anciens unicistes le pensaient, à tort suivant moi, elle se faisait toujours par voie traumatique, la pathogénie, aussi simple que l'étiologie, ne comporterait qu'un procédé, l'*effraction ;* mais l'infection pouvant avoir lieu alors que la solution de continuité d'origine pathologique, inflammatoire ou même traumatique, est recouverte d'une membrane granuleuse continue et protectrice, on peut croire que le virus a pénétré sans violence par un second mécanisme, ce qui permettrait d'admettre une seconde forme, le *tétanos par absorption*.

» Comme, enfin, certains sujets ne paraissant porter aucune solution de

---

[1] M. le professeur Nocard, d'Alfort, vient de fournir une preuve décisive en donnant le tétanos à des animaux divers, et à une ânesse en particulier, par l'inoculation de matières provenant du raclage de casseaux ayant servi à châtrer des chevaux qui étaient morts du tétanos à la suite de cette opération.

continuité récente ou ancienne, interne ou externe, ont pris le tétanos pour avoir couché à la belle étoile dans un pré, dans un champ, sur une route ou pour s'être refroidi dans l'eau, rien n'empêche de croire qu'ils ont absorbé par la muqueuse respiratoire ou par la peau supposées intactes le virus tétanique dont parfois le sol est certainement imprégné; d'où une seconde variété de pénétration par absorption sans préparation traumatique ni pathologique, comme cela a lieu pour la malaria et, sans doute, pour la scarlatine, la coqueluche, etc.

» Alors le dualisme dont je combats l'ancienne conception pourrait être ressuscité, mais sous une autre forme et en changeant les termes du problème.

» C'est-à-dire qu'on ne s'attarderait plus à savoir si le tétanos est médical, chirurgical, idiopathique, essentiel, traumatique, spontané, rhumatismal, *a frigore*, etc., ce qui n'a aucune importance pratique; mais on rechercherait avec soin par où et par quel procédé le virus a pénétré, et, si l'on voulait absolument conserver une division dichotomique, on pourrait admettre un *tétanos par effraction* et un *tétanos par absorption*.

» En tout cas, il n'y aurait pas de *tétanos spontané*, puisqu'on retrouverait toujours un poison identique jouant le rôle de cause constante et nécessaire. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches sur des mouvements de contraction et de relâchement, en apparence spontanés, qui se produisent dans les muscles, après la mort, tant que dure la rigidité cadavérique.* Note de M. **Brown-Séquard**.

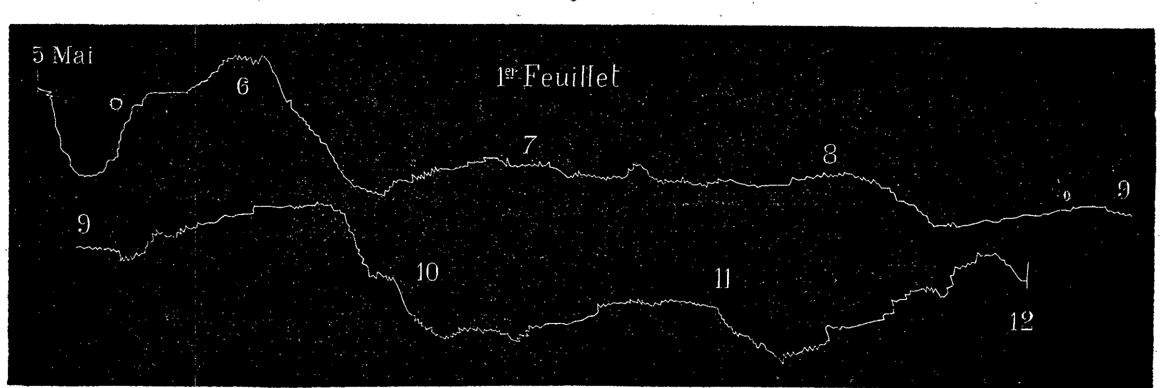
« J'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie le 9 novembre 1885 (voir *Comptes rendus*, t. CI, p. 926) les résultats principaux de recherches assez nombreuses qui semblaient démontrer positivement que, très fréquemment, les muscles, pendant toute la période de l'état connu sous le nom de *rigidité cadavérique*, se raccourcissent et s'allongent alternativement. Par des procédés divers j'ai pu non seulement constater l'existence, mais mesurer ces étranges mouvements. Pour que l'on pût, comme moi, accepter que les muscles, après la mort, peuvent produire ces singuliers phénomènes, il était utile de donner des tracés représentant les mouvements de raccourcissement et d'allongement de ces organes atteints de *contracture cadavérique*. J'avais, en conséquence, commencé, dès 1885, à faire usage de

la méthode graphique. Mon travail, ci-dessus, donne quelques-uns des premiers tracés que j'ai obtenus. La question a, depuis lors, pris un développement considérable, ainsi que je le montrerai dans une série de Communications à l'Académie.

» Pour bien faire comprendre les particularités de ces faits, je rapporterai d'abord les détails de deux expériences.

» Le 5 mai dernier, j'ai tué un très vigoureux lapin mâle par la section du rachis et de l'aorte au niveau de la sixième vertèbre dorsale. L'animal est mort ainsi à la fois par hémorragie et par asphyxie, le thorax étant largement ouvert. Il y a eu (et c'est là un point important, comme on le verra plus tard) moins de ruades convulsives qu'à l'ordinaire et la faculté réflexe a duré au moins une demi-minute de plus qu'ordinairement, dans le train postérieur. J'ai aussitôt attaché un fil au tendon d'Achille d'un côté et enroulé ce fil autour d'une virole mobile sur laquelle était fixée une longue aiguille portant à l'une de ses extrémités une plume capable de tracer des lignes sur un cylindre se mouvant lentement (un tour par semaine). Le fil était tendu par un poids de 50gr, lequel, d'après des essais fréquemment répétés, distendait les muscles jumeau et soléaire à bien peu près autant que lorsque l'on tenait le pied dans une position intermédiaire à l'extension et à la flexion. L'appareil a commencé à fonctionner à 4h45m de l'après-midi, le 5 mai, neuf minutes après la cessation de toute action réflexe dans le membre. Il y a eu alors, comme on peut le voir (*fig.* 1) une ligne descendante,

Fig. 1.

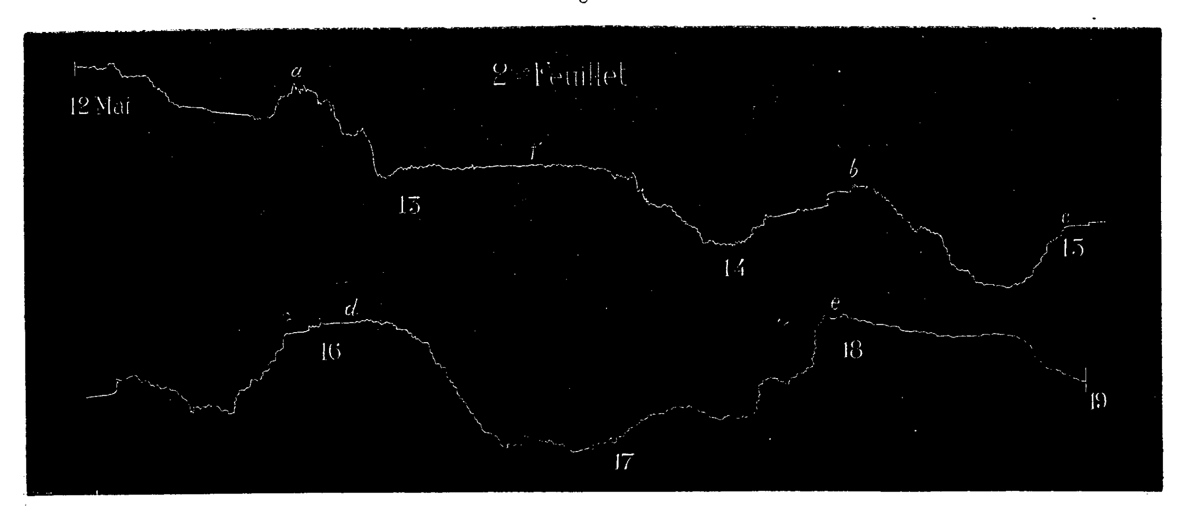


ce qui implique un allongement du muscle : ce mouvement a duré à peu près deux heures, puis il y a eu une période de repos presque complet. Après environ une heure, le raccourcissement habituel a commencé et s'est continué pendant un peu plus de neuf heures, en y comprenant une période de repos de deux heures et demie. Alors, après un repos incomplet de trois heures, un allongement nouveau et considérable a eu lieu pendant près de neuf heures et demie. Pendant les journées du 7 et du 8 il n'y a eu que des raccourcissements et des allongements extrêmement peu prononcés. Du 8 au 10 ces changements ont été plus marqués. Le 10, pendant six heures sur huit, un allongement assez considérable s'est produit. Le 11, après un raccourcisse-

ment léger et une période de repos de plus de neuf heures, il y a eu un allongement assez marqué, suivi, du 11 au 12, d'un raccourcissement notable. Au bout de cette première semaine (1er feuillet, *fig.* 1), la masse musculaire s'était allongée d'au moins 1^{mm}, la somme des allongements ayant été plus considérable que celle des raccourcissements.

» Le 2e feuillet (*fig.* 2) montre cinq mouvements de raccourcissement (cinq contractions, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*) et dix d'allongement, dont un considérable après un long repos (*f*). Dans cette seconde semaine, un peu plus que dans la première, la masse musculaire

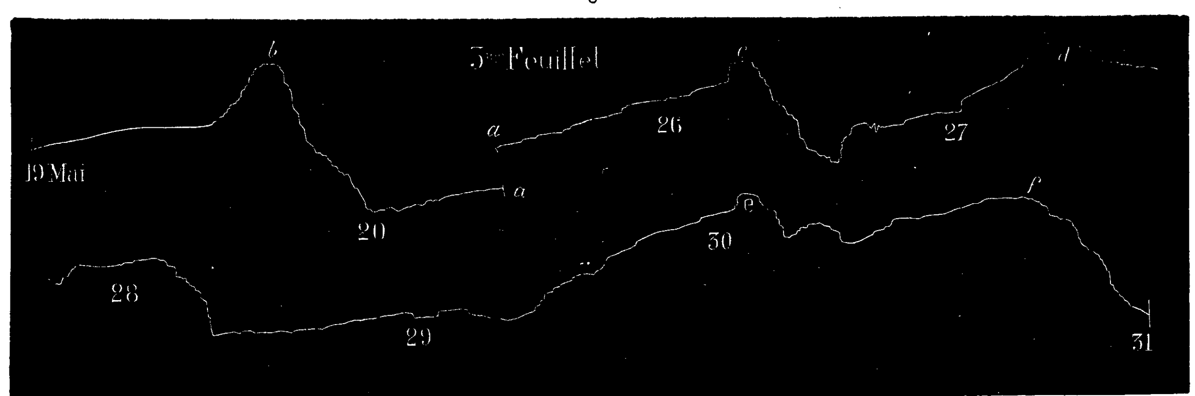
Fig. 2.



s'est allongée. La longueur de cette masse s'est augmentée d'un peu plus d'un millimètre, la somme des raccourcissements ayant été moindre que celle des allongements.

» Dans les onze journées du 19 au 31 (*fig.* 3, *a*, *a*), comprenant cinq jours (du 20

Fig. 3.



au 26) pendant lesquels le cylindre n'a pas fonctionné, il y a eu cinq raccourcissements notables (*b*, *c*, *d*, *e*, *f*) et des allongements moindres. Ici, contrairement à ce qu'on

aurait pu supposer, au lieu d'un excès d'allongement comme dans les deux premières semaines, la somme des raccourcissements a été plus grande que celle des allongements.

» Du 31 mai au 2 juin deux raccourcissements, plus considérables qu'aucun de ceux qui avaient eu lieu jusqu'alors, se sont produits. Le cylindre n'a pas fonctionné le 3 et le 4 juin (*fig.* 4, *a*, *a*); mais la masse musculaire s'est encore raccourcie le 5 juin, puis s'est allongée considérablement et, après un faible raccourcissement, elle s'est

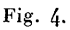
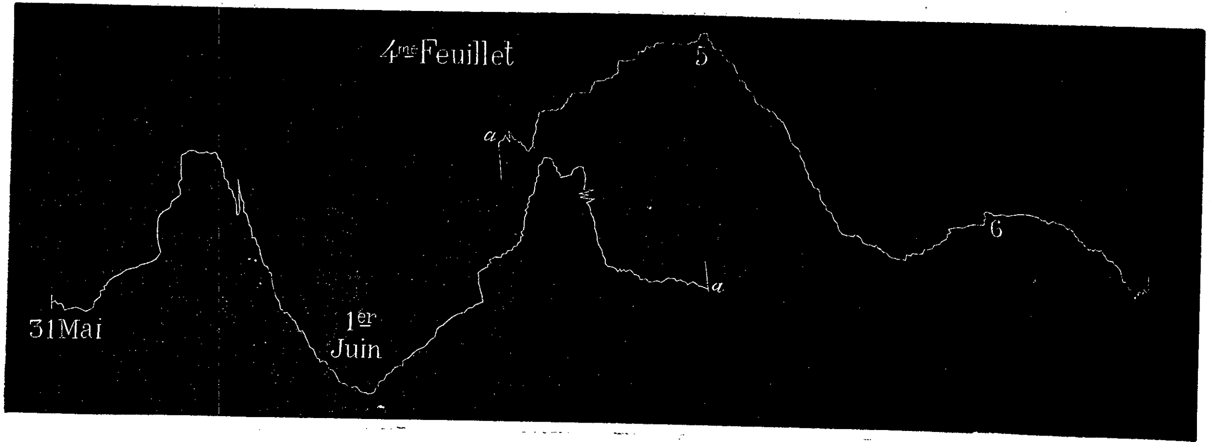


Fig. 4.



encore allongée. A partir de ce moment, pendant presque une journée entière, la masse est restée sans mouvement et la ligne, que la figure ne donne pas, a été droite et horizontale presque tout le temps, indiquant à peine, parfois, un très léger allongement.

» On s'étonnera sans doute que la masse musculaire n'ait pas été altérée de façon à faire cesser les raccourcissements et les allongements alternatifs, bien longtemps avant le moment où ce travail s'est complètement arrêté (1). Quant à moi, j'en ai été fort peu surpris, sachant que dans

---

(1) Trois choses peuvent avoir lieu après la section de la moelle épinière à la région dorsale comme à la région cervicale : 1° il peut y avoir de l'inhibition des puissances d'action de la portion de la moelle séparée de l'encéphale. Dans ce cas, les convulsions manquent plus ou moins complètement et la faculté réflexe dure fort peu de temps et n'a guère d'énergie. De plus, les mouvements liés à l'état de raideur cadavérique sont très peu considérables, mais on a l'occasion de les observer pendant très longtemps, la raideur ayant une persistance bien plus grande qu'à l'ordinaire; 2° il peut y avoir une série d'effets inverses des précédents : — des ruades convulsives d'une violence extrême, une perte rapide de la faculté réflexe non plus par inhibition, mais par épuisement. Dans ce cas, les mouvements liés à la rigidité cadavérique sont, en général, con-

certaines circonstances les muscles peuvent garder de la rigidité cadavérique pendant trois, quatre ou cinq semaines après la mort chez le lapin et bien davantage chez le chien. La température du laboratoire, enregistrée à côté du corps du lapin en expérience, a varié du 5 mai au 6 juin de 8°,5 à 19°C., et presque tout le temps elle est restée entre 10° et 15°. Le tronc (abdomen et thorax) était en pleine putréfaction dès le 20 mai. Mais, lorsque j'ai coupé la cuisse gauche (celle du côté en expérience), le 2 juin, afin de ne laisser sur la table où s'enregistraient les mouvements des muscles jumeau et soléaire que la jambe et une partie de la cuisse, j'ai constaté que la rigidité existait encore, bien qu'à un degré très peu considérable, dans ce membre postérieur. Enfin, quand l'expérience a été terminée, trente-deux jours après la mort de l'animal, la rigidité n'avait pas encore entièrement cessé dans la masse musculaire de la partie postérieure de la jambe, qui avait tant travaillé pendant cette longue période, et, après avoir coupé transversalement cette masse musculaire, je me suis assuré qu'elle commençait à peine à se putréfier.

» Dans la seconde expérience que je vais rapporter, les tracés ont été fournis par les muscles jumeaux et soléaires des deux membres postérieurs. Ces tracés montrent les ressemblances et les différences entre des muscles dans des conditions différentes, dépendant de l'état du système nerveux, au moment de la mort ou peu après. Mais je les donne ici surtout pour bien faire voir les variations qui se produisent périodiquement dans des muscles atteints de *contracture post-mortem*.

» Le 10 mai dernier, je tuai un lapin adulte, vigoureux, par la section de la moelle épinière et de l'aorte, à la région dorsale (sixième vertèbre), seize minutes après avoir coupé très haut le nerf sciatique gauche. Il n'y eut que quelques convulsions partout, à part, bien entendu, la jambe gauche. Les tendons des muscles jumeaux et soléaires furent fixés de manière à donner des graphiques distincts pour chacun des deux membres. On peut voir, dans la *fig.* 5 (1er feuillet), que les deux masses musculaires se sont d'abord allongées pendant deux heures trois quarts environ (la descente de la ligne, ici comme ailleurs, indiquant un allongement), puis qu'elles ont commencé à se raccour-

---

sidérables, mais ils cessent avant longtemps, la raideur faisant place bientôt à la putréfaction; 3° il peut enfin y avoir des convulsions assez violentes, sans que la moelle épinière, dynamogéniée, s'épuise. Les muscles et les nerfs aussi gagnent en force dans ces conditions et l'on constate, à la fois, comme chez le lapin dont il est parlé ci-dessus, que la rigidité cadavérique dure un temps exceptionnellement long et que les mouvements de raccourcissement et d'allongement des muscles rigides sont fréquents et considérables en étendue.

Fig. 5.

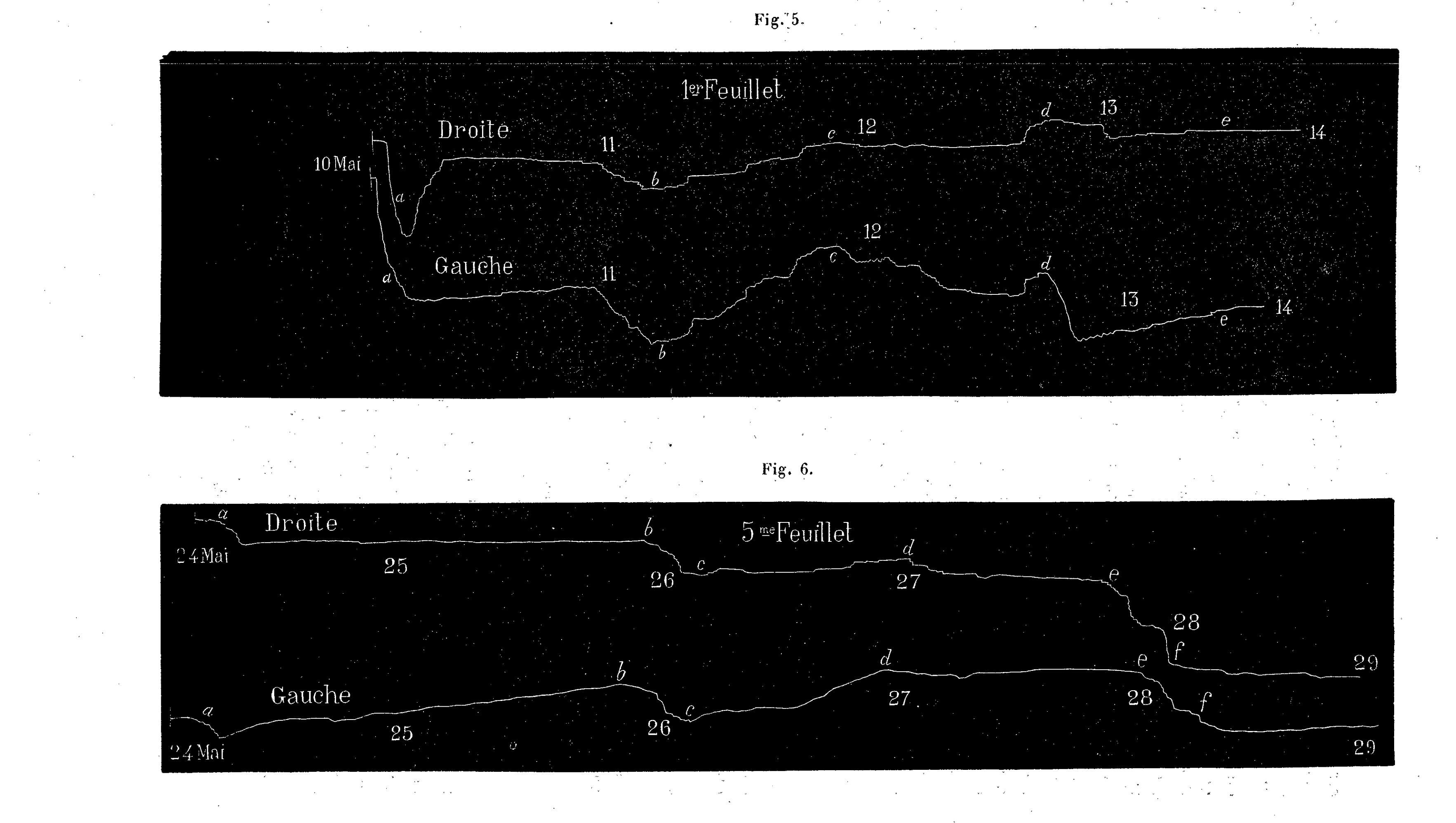

1er Feuillet
Droite
Gauche
10 Mai
11
12
13
14
5me Feuillet
24 Mai
25
26
27
28
29

Fig. 6.

cir : la droite notablement, mais pendant trois heures seulement; la gauche très peu, mais pendant douze ou treize heures, période durant laquelle la droite, après le raccourcissement mentionné, a eu un peu d'allongement; de telle sorte que, pendant près de dix heures, la droite s'allongeait alors que la gauche se raccourcissait. Le 11 mai, 1h ou 2h après midi, les deux masses musculaires ont commencé à se raccourcir, la gauche plus que la droite; puis, de 6h du soir jusqu'au lendemain 12, à midi, toutes deux se sont raccourcies, la gauche beaucoup plus que la droite. De midi, le 12, à 6h30m ou 7h du matin, le 13, la gauche s'est allongée, montrant cependant un ou deux légers et courts mouvements de raccourcissement. Pendant ce temps, la droite est restée au repos. A partir de 7h du matin, les deux masses se sont raccourcies pendant près de trois heures et peu après elles se sont allongées (1) : la gauche notablement, la droite à peine. Un peu après midi (le 13), la droite s'est un peu allongée, puis s'est raccourcie légèrement jusqu'au lendemain 14 à 9h du matin; la gauche se contractait pendant tout ce temps (*a*, *a* indiquant les allongements, *b*, *b* les sommets des deux allongements du 11, *c*, *c* et *d*, *d* les sommets des raccourcissements du 12 et du 13).

» Le 2e feuillet n'est pas figuré ici. Il montre, en quatre jours, quatre mouvements de contraction (raccourcissement) et de relâchement (allongement) de la masse musculaire gauche et très peu de mouvement de la droite : le premier mouvement, de 9h du soir, le 14, jusqu'à 10h30m du matin, le 15; le second, de midi, le 15, à midi et demi, le 16; le troisième, de midi et demi, le 16, à midi et demi, le 17; le quatrième, de midi et demi, le 17, à midi, le 18.

» Le 3e feuillet qui, lui aussi, n'est pas figuré ici, montre des mouvements périodiques de la masse musculaire gauche; mais deux de ces mouvements ont été ici de vingt à vingt-deux heures; un autre a été bien plus court et le quatrième bien plus long que les deux premiers.

» La *fig.* 6, qui porte par erreur le titre 5e feuillet, est, en réalité, le 4e. On y voit que la masse musculaire gauche a eu un mouvement de contraction très lent qui a duré depuis le 24 mai (9h du soir) jusqu'au 26 (10h du matin), et qu'après un allongement notable cette masse s'est contractée de nouveau, puis est restée en repos de 2h de l'après-midi, le 26, jusqu'à 10h du matin, le 28. Après huit heures d'allongement dans la journée du 28, elle est restée en repos toute la nuit du 28 au 29. La masse droite n'a eu qu'un très léger raccourcissement (le 27) et trois allongements, séparés et suivis par de longs repos. (Les lettres indiquent les sommets des raccourcissements et des allongements.)

» Le dernier feuillet, qui n'est pas représenté ici, montre que, du 29 mai au 1er juin inclusivement, à part quelques petits et rapides mouvements, il n'y a guère eu dans la masse musculaire gauche qu'une contraction durant près de huit heures et un allongement considérable durant dix heures. La masse droite n'a eu que des allongements, interrompus par un très long repos. Les deux masses musculaires ont commencé à se putréfier dans les deux derniers jours de mai et, le 2 juin, toute rigidité y avait cessé.

---

(1) A ce moment, la plume marquant les mouvements de gauche a rencontré la bandelette de cuivre fixant le papier sur le cylindre enregistreur et les muscles de ce côté ont été distendus. Après avoir passé sur cette bandelette métallique, cette masse a commencé de nouveau à se contracter.

» J'ai étudié les singuliers mouvements que je viens de décrire chez le chien, le lapin et le singe, et, presque toujours, dans les mêmes muscles : le jumeau et le soléaire; mais il y a tout lieu de croire que les autres muscles ressemblent à ceux-là.

» Je vais maintenant passer en revue quelques-uns des points dignes d'intérêt dans ces recherches.

» 1° Ces mouvements existent-ils toujours? Je puis dire qu'ils ne manquent complètement que dans de rares circonstances, que j'indiquerai tout à l'heure. Dans ces circonstances, au lieu de se contracter (c'est-à-dire de se raccourcir) et de se relâcher (c'est-à-dire de s'allonger) alternativement, on voit seulement l'un de ces deux mouvements, celui de relâchement ou d'allongement, lequel peut quelquefois exister sans interruption, mais cesse souvent, étant alors remplacé par un repos absolu qui peut être assez prolongé.

» Dans nombre de cas les mouvements alternatifs de contraction et de relâchement sont si faibles qu'il faut examiner les tracés avec soin pour en constater l'existence.

» 2° Ces mouvements semblent quelquefois être très réguliers, presque rythmiques; mais cela n'est pas fréquent, car je n'ai observé cette régularité que chez sept ou huit animaux sur plus d'une centaine. Elle ne s'est jamais montrée avant les deux premiers jours qui ont suivi la mort. Dans le cas où ces mouvements ont eu le plus de régularité, ils ont commencé quatre jours après la mort et se sont montrés une fois par jour pendant trois, quatre ou cinq jours.

» 3° Ce que je viens de dire des mouvements presque rythmiques, je puis le dire aussi pour les grands mouvements ayant lieu d'une manière irrégulière. A part de rares cas où, peu de temps après la mort, un très grand raccourcissement ou, ce qui est encore plus rare, un notable allongement, a eu lieu, les très grands mouvements ne paraissent que deux, trois ou quatre jours après la mort. Dans un cas seulement il y a eu un plus grand raccourcissement le second jour qu'ensuite (voir *fig.* 5, *b*, *c*). Il y a eu dans ce cas des mouvements pendant trois semaines. Quelquefois il est arrivé que les plus grands mouvements se sont montrés seulement dans la deuxième, dans la troisième ou même dans la quatrième semaine. Ainsi, par exemple, chez un lapin tué le 12 mai, c'est du 28 mai au 2 juin que les mouvements ont eu le plus d'étendue ([1]).

([1]) Je dois dire que l'étendue réelle du mouvement n'est que le vingt-deuxième de

» 4° Sur des muscles paralysés par la section du nerf sciatique j'ai cherché si des mouvements comparables à ceux que j'ai étudiés, après la mort, se montrent aussi pendant la vie. Le résultat a été absolument négatif sur trois animaux, excepté que, pendant les premières heures qui ont suivi la section du nerf, il y a eu l'allongement bien connu dépendant de la perte de l'influence tonique de la moelle épinière sur le muscle. Les graphiques, après ces premières heures, ont montré des tracés parfaitement rectilignes et horizontaux.

» 5° Dans trois cas où j'ai cherché ce que sont les mouvements *post-mortem*, après avoir épuisé des muscles par des contractions extrêmement violentes dues à des courants faradiques énergiques, un peu avant et un peu après la mort, j'ai trouvé qu'aucun raccourcissement n'avait lieu et qu'un allongement, par moments très considérable, se montrait. Mais il y avait, alternativement dans ces cas, deux périodes très irrégulières quant à leur durée, l'une d'allongement, l'autre de repos plus ou moins complet, la première de ces deux périodes durant toujours beaucoup plus que l'autre. Dans deux cas, chez des animaux morts avec tous les phénomènes de l'arrêt des échanges entre les tissus et le sang, il n'y a eu, comme dans les cas d'épuisement par le galvanisme, que des allongements interrompus irrégulièrement par de courtes périodes de repos.

» 6° Si l'on compare les muscles des deux côtés du corps d'un même animal, on trouve presque toujours une analogie considérable entre les deux côtés, excepté le premier jour, où des différences notables existent souvent, et à un tel point que l'un des muscles peut se contracter pendant que l'autre s'allonge. Mais, lorsque des mouvements semblables ont lieu, on constate que l'étendue des mouvements est bien plus considérable pour l'un des muscles que pour l'autre (voir *fig.* 5 et 6).

» 7° Si la comparaison porte sur des muscles de deux animaux, on trouve très souvent des différences considérables et quelquefois radicales. En général, cependant, il y a de grandes ressemblances et quelquefois presque une identité absolue.

» 8° Ces mouvements dépendent-ils des conditions physiques extérieures aux muscles? Je crois que, à part des influences non constantes, mais fréquentes, dépendant de changements de température en plus ou en moins, toutes les variations d'états de l'atmosphère, quant à l'humidité,

---

l'étendue montrée par les graphiques et que le maximum d'action dans un jour a été de $2^{mm},5$ pour des muscles ayant une longueur de 7^{cm} à 9^{cm}.

aux proportions d'ozone, à la pression barométrique, au magnétisme, à l'électricité, sont sans action aucune ou, du moins, ne sont pas les causes essentielles ni de la contraction, ni du relâchement des muscles après la mort. On a une preuve décisive que ces variations ne sont pas les sources productrices de ces mouvements, dans le fait que des muscles d'animaux différents, soumis à ces changements, donnent lieu à des graphiques qui peuvent varier infiniment. Ainsi un muscle peut se contracter pendant qu'un autre se relâche ou reste en repos. Ainsi encore deux muscles ayant commencé en même temps à se contracter ou à se relâcher peuvent changer d'allure, l'un d'eux continuant le même mouvement, l'autre entrant en repos ou faisant l'inverse de ce qu'il avait fait.

» 9° Quelles sont donc les causes de ces singuliers mouvements? J'essayerai de montrer dans une autre Communication qu'ils dépendent de la persistance de l'irritabilité musculaire, c'est-à-dire de la propriété fondamentale du tissu musculaire vivant, pendant la rigidité cadavérique et jusqu'à ce que celle-ci ait complètement disparu sous l'influence de la putréfaction. Lorsque la raideur cadavérique a existé longtemps, l'irritabilité musculaire n'est plus ce qu'elle était pendant la vie, le galvanisme, en particulier, n'étant plus capable de produire de contraction, mais l'irritabilité modifiée persiste, bien qu'on n'en puisse constater l'existence que sous l'influence de certaines excitations mécaniques ou de changements de température. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Saint-Félix** adresse une Note, accompagnée d'une figure, sur une expérience faite, le 11 septembre dernier, avec un nouveau système d'aérostats imaginé et construit par M. *A. Brisson*.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume adressé de Baltimore par M. *Ch. Reeder*, portant pour titre : « Caloric. A review of the dynamic theory of heat ». (Transmis par le Ministère de l'Instruction publique.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, trois Brochures publiées en langue italienne, par M. *Govi*, concernant diverses questions de Physique.

« Le premier Opuscule traite *de l'invention du baromètre à siphon.* On a attribué successivement cette invention à Robert Hooke, à Robert Boyle et à Jean-Alphonse Borelli ; M. Govi démontre, à l'aide de documents imprimés, que la forme du baromètre à siphon était déjà connue de Torricelli, qui s'en était servi (28 juin 1644) pour expliquer à son ami Ricci la théorie du baromètre à cuvette. C'est toutefois Pascal qui l'a, peut-être, construit le premier, qui en a signalé les avantages, et qui l'a utilisé pour les observations météorologiques, comme on peut le voir dans son *Traité de la pesanteur de la masse de l'air,* composé vers 1653 et publié après sa mort, en 1663. La lettre de Torricelli, bien que de beaucoup antérieure, n'a paru que dans un Ouvrage de Charles Dati, imprimé en 1663 à Florence, seize ans après la mort de Torricelli. Hooke n'a parlé du baromètre à siphon qu'en 1665; Boyle et Borelli ne s'en sont occupés qu'en 1666 ou en 1667. L'idée première de cet instrument demeure donc incontestablement à Torricelli ; son exécution pratique et son emploi sont acquis à Pascal.

» Dans le second Opuscule, M. Govi décrit les expériences qu'il a exécutées pour connaître ce qu'il peut y avoir de vrai dans le rôle que l'on a voulu faire jouer à l'électricité dans la *production de la grêle.* Sans rappeler la théorie de Volta, complètement abandonnée de nos jours, on a essayé de faire intervenir l'électricité dans la formation de la grêle pour activer l'évaporation des gouttes d'eau et, par suite, leur refroidissement et leur congélation. Beaucoup de physiciens, depuis l'abbé Nollet, ont soutenu que les liquides électrisés s'évaporent plus promptement, et Guyton de Morveau a cru avoir démontré que l'eau électrisée se refroidit sensiblement. M. Govi prouve, par des expériences fort simples, que cela n'est vrai qu'en apparence : malgré de très fortes charges électriques, l'évaporation ne s'accélère pas, et les liquides ne se refroidissent pas si leur surface est parfaitement lisse et si les corps environnants ne présentent aucune pointe libre tournée vers le liquide électrisé. L'évaporation et le refroidissement observés par les anciens expérimentateurs tenaient uniquement à l'agitation de l'air ambiant, déterminée par l'action des pointes, agitation qui, en renouvelant les couches d'air à la surface des liquides, favorise, comme on sait, leur évaporation et, par conséquent, leur refroi-

dissement. Les gouttes d'eau des nuages, étant parfaitement lisses et éloignées de tout corps pointu, ne sauraient se refroidir par suite de la forte charge d'électricité qu'elles peuvent présenter pendant les orages, et conséquemment leur congélation et la formation de la grêle ne sauraient en dépendre.

» Enfin, dans une troisième Note, M. Govi décrit une curieuse expérience, qui permet de rendre très sensible la décomposition de l'eau par l'électricité des machines électriques ordinaires, ou par celles d'*induction* de Belli, de Holtz, de Whimshurst, etc., sans recourir aux fils d'or ou de platine excessivement minces employés à ce même effet par Wollaston, en 1801. Il s'agit simplement de soustraire à la pression atmosphérique l'eau acidulée d'un voltamètre; on voit alors les deux gaz se dégager abondamment des fils de platine, aussitôt qu'on les met en communication avec les sources d'électricité positive et négative dont on veut démontrer l'action chimique. L'emploi d'une batterie permet de rendre visible le phénomène à un nombreux auditoire. »

HYDRAULIQUE. — *Expériences sur l'écoulement en deversoir.* Note de M. **Bazin**, présentée par M. Boussinesq.

« Dans une première Note, présentée à l'Académie le 25 juillet dernier (*Comptes rendus*, p. 212), nous avons rendu compte d'expériences nouvelles sur des déversoirs en mince paroi sans contraction latérale, dans lesquels l'accès de l'air sous la nappe restait parfaitement libre. Les conditions de l'écoulement sont tout à fait différentes quand l'air n'est pas admis librement sous la nappe; ce cas, assez fréquent dans la pratique, se trouve réalisé lorsque le déversoir occupe toute la largeur d'un canal à parois verticales sans élargissement (au moins local) en aval du barrage. La nappe déversante peut alors affecter plusieurs formes très distinctes. Afin de fixer les idées, nous décrirons la série des phénomènes observés sur un déversoir de $0^m,75$ de hauteur et 2^m de longueur, formé par des poutrelles de $0^m,10$ d'épaisseur; la poutrelle supérieure, coupée en biseau du côté d'aval, était surmontée sur son autre face d'une lame de tôle prolongeant le plan vertical d'amont du barrage, et constituant l'arête sur laquelle s'opérait le déversement. En augmentant graduellement la charge H, on voit la nappe prendre successivement trois formes distinctes :

» 1° *Petites charges jusqu'à* $0^m,235$. — *Nappe* déprimée *enfermant un*

certain volume d'air. — La pression de l'air ainsi emprisonné est inférieure à celle de l'atmosphère, et l'eau d'aval s'élève sous la nappe au-dessus de son niveau dans le canal de fuite. En même temps, l'excès de pression sur la face externe de la nappe la rapproche du barrage. Ces deux effets croissant avec la charge, la nappe se *déprime* en s'éloignant progressivement de la forme plus allongée qu'elle affecte lorsque sa face inférieure est soumise à la pression atmosphérique. Nous la désignerons par le nom de nappe *déprimée*, réservant le nom de nappe *libre* pour le cas où l'accès de l'air en dessous est complètement assuré. Ce changement de forme est accompagné d'une augmentation graduelle du coefficient de débit m [1]; si l'on représente par M celui de la nappe libre, m varie depuis $m = M$, pour les très petites charges, jusqu'à $m = 1,08\,M$, pour la charge limite $H = 0^m,235$.

» 2° *Charges comprises entre* $0^m,235$ ($0^m,210$) *et* $0^m,295$. — *Nappe adhérente.* — En approchant de la charge $0^m,235$, l'élimination de l'air se fait rapidement et la nappe subit tout à coup une modification des plus remarquables. Son pied se retire vers le barrage, au point de passer en arrière du plan vertical correspondant à sa partie supérieure ; sa surface devient verticale et se couvre de cannelures imitant les plis d'une draperie ; en même temps le coefficient m passe subitement de $1,08\,M$ à $1,29\,M$ (soit $0,56$ en valeur absolue); cette augmentation énorme de m donne lieu à un abaissement du niveau d'amont qui, par le seul effet du changement de forme de la nappe et sans que le débit affluant ait été modifié, s'abaisse de $H = 0^m,235$ à $H = 0^m,210$. On observe donc, en franchissant le point de passage, ce fait singulier qu'une petite augmentation de débit amène un abaissement très notable du niveau en amont du barrage. La nappe adhérente, une fois établie, persiste jusqu'à la charge $H = 0^m,290$ à $0^m,295$; dans cet intervalle, elle est stable, c'est-à-dire qu'elle se reforme si on la détruit momentanément en y introduisant de l'air. Le coefficient m reste lui-même sensiblement constant jusqu'à ce que l'on atteigne un deuxième point de transformation.

» 3° *Charges supérieures à* $0^m,295$. — *Nappe noyée en dessous.* — En approchant de la limite $H = 0^m,295$, la nappe adhérente devient instable et fait place à une troisième forme plus allongée et bien connue : c'est la nappe noyée en dessous. Le coefficient m subit en même temps une réduc-

---

[1] Nous supposons le débit calculé par la formule classique $Q = m\,LH\sqrt{2gH}$ (L, longueur du déversoir; H, charge au-dessus du seuil).

tion considérable; il redescend de $1,29\,M$ à $1,19\,M$ et, par suite, le niveau en amont du barrage se relève de $H = 0^m,29$ à $H = 0,31$. Si l'on continue ensuite à augmenter la charge, la nappe s'allonge peu à peu, tandis que m décroît lentement; pour la charge de $0^m,40$, on a $m = 1,15\,M$.

» Tel est l'ensemble des phénomènes observés sur un déversoir de $0^m,75$ de hauteur; en opérant sur un déversoir moins élevé, ils conservent le même caractère général, mais ils se produisent dans des limites moins étendues, à mesure que l'on réduit la hauteur du barrage. Toutefois, ce n'est encore là qu'un premier aperçu de ces phénomènes compliqués.

» En effet, si, après avoir constitué la forme adhérente pour une charge supérieure à $0^m,235$, on diminue peu à peu le débit, la nappe ne se détache pas et reste adhérente jusqu'aux plus petites charges; on peut aussi obtenir l'adhérence en commençant par un faible débit que l'on augmente ensuite progressivement et sans secousse. La série des coefficients pour cette forme de nappe doit donc être prolongée jusqu'aux faibles charges; et nous avons trouvé, en effet, que m varie graduellement de $1,20\,M$ pour $H = 0^m,05$, jusqu'à $1,29\,M$ pour $H = 0^m,235$ et au-dessus.

» D'un autre côté, le point de passage de l'une à l'autre des deux formes (adhérente ou noyée) n'est pas absolument déterminé; aux environs de ce point, elles peuvent exister toutes deux pour un même débit; ainsi, pour les débits compris entre $0^{mc},335$ et $0^{mc},400$ par mètre courant de déversoir, nous avons obtenu, sur le déversoir de $0^m,75$, tantôt la nappe adhérente et tantôt la nappe noyée en dessous; entre ces limites, la substitution d'une forme à l'autre s'opère quelquefois subitement et sans cause visible (vraisemblablement sous l'influence de petites variations de débit et même de simples oscillations un peu fortes de la nappe).

» Enfin, en relevant le niveau de l'eau dans le canal de fuite, sans toutefois atteindre celui de la crête du déversoir, nous avons vu la nappe noyée en dessous se produire pour des charges inférieures à la limite indiquée précédemment. On doit donc, en tenant compte du nouvel élément, prolonger également jusqu'aux petites charges la série des coefficients pour la nappe noyée en dessous, et l'on constate alors que m passe par un maximum.

» La nappe adhérente ne se produit pas toujours; son existence est subordonnée à la forme de la crête du barrage; si la disposition de cette crête impose une courbure exagérée aux filets fluides qui doivent la contourner pour venir s'appliquer contre la face aval du déversoir, l'adhé-

rence n'est plus possible, au moins d'une manière stable. C'est ce qui arrive avec le déversoir décrit précédemment lorsque l'on retourne la poutrelle supérieure, de manière à placer la lame de tôle qui la surmonte dans le prolongement de la face aval du barrage. La nappe adhérente se détruit sans cesse au moment même où elle est sur le point de s'établir; de sorte que, entre les limites où elle devrait se produire, il n'existe plus de régime d'écoulement stable, la nappe changeant continuellement de forme; le plan d'eau en amont du déversoir est lui-même dans un état de fluctuation incessant et ne peut se fixer à un niveau invariable. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'échauffement des pointes par la décharge électrique.* Note de M. **Semmola**, présentée par M. Mascart.

« On fait usage d'une pointe, faite à moitié d'antimoine et à moitié de bismuth soudés à l'extrémité, de manière à avoir ainsi un couple thermo-électrique. Après avoir fixé la pointe sur le conducteur d'une machine électrique, on fait communiquer les pôles du couple, au moyen de deux longs fils, avec les extrémités d'un galvanomètre à gros fil et isolé. Quand on fait tourner le disque de la machine, l'aiguille du galvanomètre dévie, à cause du courant thermo-électrique produit par le réchauffement de la pointe, pendant qu'elle décharge l'électricité du conducteur sur lequel elle est placée. Il est presque inutile de rappeler qu'en faisant usage d'une pointe monométallique on n'obtient point de courant.

» On obtient aussi un courant, en fixant la pointe, non sur le conducteur, mais sur une grosse barre métallique en communication avec la terre et à peu de distance du conducteur de la machine.

» En répétant les expériences dans l'obscurité, on remarque que, lorsqu'il paraît sur la pointe une petite étoile, la déviation de l'aiguille du galvanomètre est beaucoup plus grande que lorsque l'aigrette lumineuse y va paraître : cela prouve que la décharge de l'électricité négative produit plus de chaleur que la décharge de l'électricité positive. En approchant beaucoup la pointe du conducteur, de manière à avoir une étincelle continue, mince, sifflante, visible même au grand jour, la déviation de l'aiguille diminue beaucoup.

» Le souffle ou vent électrique, qui part de la pointe, est chaud lui-même, comme on peut le prouver aisément en fixant, sur le conducteur de la machine électrique, une pointe monométallique recourbée, et, à

une distance de quelques centimètres, l'une des faces d'une pile thermo-électrique de Nobili. Quand on fait tourner le disque de la machine, le vent électrique vient souffler sur la pile, et l'aiguille du galvanomètre dévie immédiatement.

» Une pointe antimoine-bismuth, ou fer-platine, fixée sur une barre métallique en communication avec la terre, et exposée sur le sommet le plus élevé d'un édifice, comme la tige d'un paratonnerre, pourrait, dans certains cas, servir à explorer l'électricité atmosphérique et accuser, par un courant de faible intensité, l'électricité des orages ou des aurores polaires. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'emploi et la graduation de l'électromètre à quadrants dans la méthode homostatique.* Note de MM. **P. Ledeboer** et **G. Maneuvrier**, présentée par M. Lippmann.

« On sait que, pour mesurer la différence de potentiels moyenne aux extrémités d'un conducteur, traversé par des *courants alternatifs*, il est avantageux d'employer l'électromètre à quadrants par la méthode homostatique [1].

» Avec le dispositif qui constitue cette méthode, la déviation δ est, à chaque instant, proportionnelle au carré de la différence de potentiels, et, par suite, *elle ne change pas de sens* lorsque les potentiels en A et en B sont renversés périodiquement. La formule générale de l'électromètre à quadrants se réduit, dans ce cas particulier, à

$$(1) \qquad \delta = k(V_1 - V_2)^2 \qquad \text{ou bien à} \qquad (1\ bis) \quad \delta = kV^2,$$

si l'on met à la terre le fil de jonction commun à l'aiguille et à une paire de quadrants.

» On n'aura qu'à graduer préalablement l'électromètre, c'est-à-dire à en déterminer la constante k, en opérant avec des forces électromotrices connues et constantes, telles que celle d'une pile de Daniell.

» Ayant été amenés à employer cette méthode de mesure avec un électromètre à quadrants très sensible, nous fûmes arrêtés, tout d'abord, dans

---

(1) Voir Joubert, *Études sur les machines magnéto-électriques* (*Annales de l'École Normale*, 1881).

la graduation de l'instrument, par une anomalie imprévue. Nous nous servions de l'électromètre de M. Curie : c'est un électromètre à quadrants qui a été rendu apériodique par l'emploi de secteurs en acier fortement aimanté, et, en même temps, très sensible par le choix d'un fil de suspension en platine extrêmement fin (diamètre $= \frac{1}{50}$ de millimètre) et d'une aiguille légère en aluminium (épaisseur $= \frac{1}{40}$ de millimètre). Nous avons, d'une part, mis à la terre l'une des paires de secteurs, ainsi que l'un des pôles d'une pile de Daniell, et, d'autre part, relié la deuxième paire de secteurs, ainsi que l'aiguille avec l'autre pôle isolé. Or, suivant que ce dernier était le pôle positif ou le pôle négatif de la pile, nous avons constaté que la déviation δ obtenue à l'électromètre était notablement différente. Ainsi, avec six éléments, on avait (sur une échelle transparente, placée à 1^m de distance),

$\delta = 81^{mm}$ lorsque le pôle zinc était relié à l'aiguille,
$\delta' = 109^{mm}$ » cuivre »

» La différence entre les deux déviations est encore plus accusée, lorsque la pile est moins forte. Avec 3 éléments on a

$$\delta = 16^{mm} \quad \text{et} \quad \delta' = 31^{mm},$$

c'est-à-dire que $\delta - \delta'$ est environ les 0,60 de la déviation moyenne. Cette différence diminue au contraire lorsque la pile augmente. Avec une pile de 20 éléments, elle n'est plus que 0,20 de la déviation moyenne.

» D'où provient cette anomalie? Elle ne peut pas résulter d'un défaut de symétrie dans l'orientation de l'aiguille, puisque la déviation δ, étant proportionnelle au carré de $(V_1 - V_2)$, est nécessairement indépendante d'une cause pareille. Nous avons cherché alors, sur une remarque de M. Curie, si l'accroissement anormal des déviations ne proviendrait pas d'une différence de potentiels parasite préexistant entre l'aluminium de l'aiguille et l'acier des secteurs.

Soit v cette différence constante. Reportons-nous à la formule générale de l'électromètre à quadrants

$$\delta = k(V_1 - V_2)\left(V - \frac{V_1 + V_2}{2}\right),$$

où V, V_1 et V_2 sont les potentiels de l'aiguille et des deux paires de secteurs.

» Si l'on y fait $V = V_2$ (d'après la méthode homostatique), puis $V_1 = 0$

(en mettant à la terre l'une des paires de secteurs), on retrouve les formules (1) et (1 *bis*).

» Mais, si l'on tient compte de la différence parasite v, en faisant $V = V_2 + v$, la formule devient

$$\delta = k(V_1 - V_2)(V_1 - V_2 - 2v),$$

et si l'on y fait $V_1 = 0$ (en mettant à la terre), elle se réduit à la forme

$$(2) \qquad \delta = kV(V + 2v),$$

V étant le potentiel du pôle isolé de la pile de charge; et si l'on change alors de pôle, ce qui revient à changer V en $(-V)$, la formule devient

$$(2\ bis) \qquad \delta' = kV(V - 2v).$$

» En faisant une série de mesures alternées, les déviations δ et δ' obtenues seront donc fournies par les formules (2) et (2 *bis*). En divisant la différence $\delta - \delta'$ par la demi-somme $\frac{\delta + \delta'}{2}$, on aura l'égalité

$$\frac{\delta - \delta'}{\frac{1}{2}(\delta + \delta)} = 4\frac{v}{V} = N, \qquad \text{d'où} \qquad \frac{NV}{4} = v = \text{const.}$$

» Pour vérifier cette équation, nous avons pris une pile de Daniell dont nous faisions communiquer alternativement le pôle positif avec l'aiguille et le pôle négatif à la terre en déterminant, dans chaque couple de mesures, le potentiel V par la méthode de Poggendorff (1). En faisant varier le nombre des éléments depuis 1 jusqu'à 8, nous avons constaté que la valeur de v oscillait entre 0,50 et 0,47. La valeur moyenne est 0,485 et les écarts sont de l'ordre de grandeur des erreurs des expériences. On peut donc considérer le nombre v comme une constante, et notre hypothèse comme vérifiée (2).

» Nous pouvons donc considérer comme démontré que la différence de potentiels qui doit exister normalement entre l'aiguille d'aluminium et les

(1) Nous nous servions d'un Latimer-Clark comme étalon de force électromotrice, et d'un électromètre Lippmann comme instrument de mesure.

(2) D'après nos mesures, $v = 0^{v},485$. Or, si l'on se reporte aux mesures de Hänkel, on trouve que notre résultat est compris entre les limites assignées par Hänkel pour cette force électromotrice de contact. Voir Mascart, *Traité d'Électricité statique*, t. II, p. 361, et Everett, *Constantes physiques*, p. 172.

secteurs d'acier poli est la cause principale, sinon la cause unique, de la dissymétrie que nous avons observée dans nos expériences de graduation alternées. Et, comme l'effet de cette dissymétrie est défini par le coefficient N, on voit qu'il doit varier en sens inverse de la force électromotrice de la pile de charge, ainsi que nous l'avons observé.

» On se mettra, d'ailleurs, aisément à l'abri de cette dissymétrie, en faisant deux expériences alternées et en prenant la moyenne des déviations, car on a précisément

$$\frac{\delta + \delta'}{2} = kV^2.$$

» Enfin, il est facile de voir que cette dissymétrie n'interviendra pas lorsqu'on se servira de l'électromètre pour les courants alternatifs. En effet, si la force électromotrice variable satisfait à la relation sinusoïdale

$$E = E_0 \sin 2\pi \frac{t}{T},$$

on aura, en tenant compte de v, à appliquer la formule

$$\delta = kE^2 + 2KEv,$$

ce qui donne

$$\delta = KE_0^2 \int_0^T \sin^2 2\pi \frac{t}{T} dt + 2KvE_0 \int_0^T \sin 2\pi \frac{t}{T} dt.$$

Comme le coefficient du terme en v est nul, on n'aura pas à tenir compte de v dans la déviation. On voit donc que l'on peut, malgré l'anomalie que nous avons signalée, employer en toute rigueur la méthode homostatique à la condition, toutefois, de graduer l'électromètre par la méthode des déviations alternées. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Résultats généraux d'une nouvelle étude sur plusieurs séries de monamines grasses et aromatiques*. Note de M. **Malbot**, présentée par M. Friedel.

« J'ai déjà eu l'honneur d'adresser diverses Communications à l'Académie relativement aux amines [1]. Je vais donner un aperçu très som-

---

[1] *Comptes rendus*, t. CIV, p. 63, 228, 366 et 998.

maire de nouvelles expériences. Comme précédemment, les corps mis en présence ont été employés en proportion équimoléculaire.

» *Éthylamines.* — La préparation par le chlorure d'éthyle et l'ammoniaque aqueuse fournit, quand on chauffe au-dessous de 100°, une couche surnageante contenant de la triéthylamine libre. Quand on prolonge l'action à 150°, il se produit du chlorure de tétraéthylammonium en grande quantité.

» *Propylamines.* — L'action de l'iodure de propyle est complètement analogue à celle du *chlorure* d'éthyle : tripropylamine à 100°, iodure de tétrapropylammonium en abondance à 150°. — La tripropylamine pure se combine à froid avec l'iodure de propyle; la combinaison s'accélère par la chaleur, elle est complète à 150°. — L'action de la tripropylamine pure sur le chlorure propylique est nulle à froid, lente à 150°, très rapide à 190° : il se produit successivement des chlorhydrates de tri- et de dipropylamine, et, corrélativement, du propylène.

» *Butylamines* (*Isobutylamines*). — L'iodure de butyle, avec l'ammoniaque aqueuse, fournit, à 160°, uniquement de la tributylamine, qui est mélangée à l'éther restant. — L'action de la tributylamine sur l'iodure de butyle est nulle à froid, faible à 50°, énergique à 150°, très énergique à 180°; il se forme successivement des iodhydrates de tri- et de dibutylamine et du butylène. — La tributylamine agit lentement à 80° et rapidement à 170° sur le chlorure butylique, mais en ne fournissant que du chlorhydrate de dibutylamine parfaitement pur et du butylène. — La dibutylamine pure, avec l'iodure butylique, fournit à froid déjà de l'iodhydrate de dibutylamine et de la tributylamine libre. Elle agit semblablement avec le chlorure butylique, mais à une température plus élevée.

» *Amylamines* (*Isoamylamines*). — L'iodure d'amyle, avec l'ammoniaque aqueuse, fournit, à 150°, principalement de l'iodure de tétramylammonium. La triamylamine pure se combine, à froid lentement, à 150° assez rapidement avec l'iodure d'amyle. A 150°, il se forme, en même temps, de l'iodhydrate de triamylamine et de l'amylène. A 200°, l'action est extrêmement rapide; il se forme de l'iodhydrate de diamylamine et de l'amylène. — Avec le chlorure d'amyle, la triamylamine se reproduit à l'état de sel à 170° et même à 210° sans rétrograder. — La diamylamine pure, avec l'iodure d'amyle, fournit de l'iodhydrate de diamylamine, de la triamylamine libre et de l'iodure de tétramylammonium.

» *Caprylamines.* — Le chlorure de capryle, avec une molécule d'ammoniaque aqueuse, donne, à 170°, de la monocaprylamine libre ou combinée avec un peu de dicaprylamine et du caprylène. En doublant la proportion d'ammoniaque, on évite la formation du caprylène et la dicaprylamine domine. — L'iodure de capryle, avec une molécule d'ammoniaque aqueuse, fournit, à 160°, uniquement de la monocaprylamine libre ou combinée avec du caprylène. Le caprylène, qui est un liquide bouillant à 120°, égale en volume la moitié de l'iodure de capryle.

» *Amines aromatiques.* — Les chlorures de benzyle et de métatolyle fournissent presque uniquement les bases tertiaires, et le chlorure de styrolyle la base secondaire ([1]). Ces bases se reproduisent à l'état de sels par l'action des chlorures alcoo-

([1]) J'ai obtenu le chlorure de styrolyle à l'aide de l'éthylbenzine, que j'avais préparée par la méthode générale de synthèse de MM. Friedel et Crafts.

liques correspondants. La formation corrélative d'un carbure diatomique se manifeste surtout dans la préparation même des styrolylamines : le styrolène est très abondant, et il est facile d'isoler son bromure qui cristallise en magnifiques arborescences. Le styrolène ainsi produit est identique avec le styrolène ou cinnamène que M. Berthelot a préparé par synthèse et transformé en éthylbenzine. — Une partie du styrolène est à l'état de métastyrol.

» *Conclusion.* — Ces nouvelles expériences éclairent toute l'histoire des amines. En particulier, elles conduisent à une interprétation générale de leur formation. Que les produits définitifs soient à l'état de liberté ou de combinaison, ils résultent d'un conflit d'énergies entre les affinités rivales de l'ammoniaque et des amines pour l'éther qu'elles trouvent en présence et pour l'acide de cet éther. La complication croissante des amines est le résultat d'une série de transformations successives. Elle a souvent une limite, déterminée par un travail de reproduction ou même de rétrogradation. Il se forme alors corrélativement un carbure diatomique. Ces réactions d'un nouvel ordre s'accomplissent dans la préparation même de certaines amines; leur importance s'accroît alors du jeu de toutes les transformations qui s'exécutent à la fois ou successivement pour aboutir à la production du carbure diatomique.

» Dès la découverte des amines, on avait expliqué leur constitution, comme auparavant celle des éthers, par deux théories : celle de l'éthylène et celle de l'éthyle.

» Hofmann s'était exclusivement prononcé pour la théorie de l'éthyle. Wurtz, tout en exprimant ses préférences pour cette théorie, avait fait, en faveur de l'autre, de sérieuses réserves ([1]). Plus tard, M. Berthelot trouva, dans un nouveau mode de synthèse des amines ([2]), une *physionomie* qui s'harmonisait plutôt avec la théorie de l'éthylène.

» La même *physionomie* me semble prêtée à l'un des côtés de mes expériences par la production de carbures diatomiques à des températures assez faibles, surtout quand elle est corrélative d'une rétrogradation. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur les couleurs dérivées des chromates d'aniline;* Note de M. S. Grawitz. (Extrait.)

« J'aurais quelques mots à répondre à la Note remise le 1er août à l'Académie, par MM. L'Hôte et Ch. Girard.

([1]) *Annales de Chimie et de Physique,* t. XXX, p. 443.

([2]) *Ibid.*, t. XXXVIII, p. 63.

» En ce qui concerne la préparation du bichromate d'aniline cristallisé, je me suis borné à citer textuellement la Communication faite, il y a déjà onze ans, à la Société de Mulhouse, par M. Zurcher.

» Quant à l'application à la teinture des solutions de bichromate d'aniline obtenues par double décomposition, que MM. L'Hôte et Ch. Girard déclarent, sans réserves, être la pratique générale des teinturiers, il s'agit de savoir si cette pratique est légitime, en présence de mes brevets de 1874.

» Les auteurs de la Note ajoutent que l'étude des transformations du bichromate d'aniline les conduira à la synthèse du noir. Mais cette synthèse, je prétends en avoir donné la théorie dans ces mêmes brevets, et établi que mon noir constitue un corps différent, par ses propriétés et sa composition (il renferme du chrome en combinaison), des noirs de MM. Lightfoot et Ch. Lauth.... »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Procédé général d'acidimétrie des vins rouges ou blancs, des moûts, cidres, bières, etc.* Note de M. **Tony-Garcin**. (Extrait.)

« Si, dans quelques centimètres cubes d'un vin rouge franc, des cépages ordinaires et ne dépassant pas un an, c'est-à-dire dans les conditions ordinaires des vins rouges de commerce, on verse goutte à goutte une liqueur de soude caustique, telle qu'une liqueur normale, on observe les phénomènes suivants :

» La liqueur prend, sous l'action des doses successives de la solution de soude, les teintes ci-après : de rouge, le vin passe au carmin ; le carmin se fonce et se ternit ; carmin tirant au noir ; violet noir ; violet lie de vin noirâtre ; *noir* sans mélange de violet, *c'est le point de virage* (précipité dans la liqueur), puis vert, avec abondant précipité floconneux foncé. Par un excès de réactif, la liqueur prend rapidement et garde la teinte vert feuille morte.

» En résumé, le vin de rouge passe au violet noir de plus en plus sale, lequel, à un moment donné, *par une seule goutte,* passe à une teinte noir brun, *sans mélange de violet ni de vert :* c'est le point exact de saturation, ainsi que je m'en suis assuré par touches au papier tournesol sensible ; une seule goutte de plus donne au noir une teinte verte... ».

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur la valeur morphologique de l'épipodium des Gastropodes Rhipidoglosses* (Streptoneura aspidobranchia). Note de M. **Paul Pelseneer.**

« I. Dans son Mémoire sur l'*Haliotide*, M. de Lacaze-Duthiers a considéré chaque grand cordon nerveux du pied comme formé par deux parties distinctes, séparées par une *trace transparente* (1) : la partie dorsale innervant la collerette ou épipodium, et la ventrale innervant le disque pédieux. La première serait, d'après lui, de nature palléale (grand nerf palléal inférieur), tandis que la seconde (grand nerf pédieux postérieur) serait seule de nature pédieuse. Dans cette manière de voir, l'épipodium n'aurait rien à faire avec le pied et serait de nature palléale : aussi M. de Lacaze-Duthiers l'appelle-t-il *manteau inférieur*.

» II. Ces faits, acceptés par von Ghering (2), ont été contestés par M. Spengel, dans son travail *Die Geruchsorgane und das Nervensystem der Mollusken* (3); cet auteur considère chaque cordon pédieux comme unique, les nerfs épipodiaux sortant de sa partie dorsale, et les nerfs pédieux, de sa partie ventrale. M. Spengel s'appuie, pour défendre son opinion, sur des coupes transversales (*Pl. XIX, fig.* 26), tandis que les résultats de M. de Lacaze-Duthiers étaient basés sur des dissections.

» III. M. Wegmann, deux ans plus tard, a soutenu que chaque cordon nerveux du pied de *Haliotis* est formé de deux parties « réellement séparées dans une série de préparations (4) ». Ultérieurement, dans ses *Contributions à l'histoire naturelle des Haliotides* (5), il a publié des figures de dissections (*Pl. XVII, fig.* 16, 17) et de coupe transversale (*ibid., fig.* 15) montrant, dans ce cordon, les deux « nerfs » signalés par M. de Lacaze-Duthiers.

» IV. Au contraire, M. Haller, dans ses *Studien über marine Rhipidoglossen*, I (6), se rallie à l'opinion de M. Spengel et affirme que chaque cordon pédieux de *Haliotis* est unique et indivis.

---

(1) *Annales des Sciences naturelles : Zoologie*, 4e série, t. XII, p. 272.

(2) *Vergleichende Anatomie des Nervensystems und Phylogenie der Mollusken*, p. 71.

(3) *Zeitschr. f. Wiss. : Zool.*, Bd. XXXV, p. 344.

(4) *Comptes rendus*, t. XCVII, p. 276.

(5) *Archives de Zoologie expérimentale*, série 2, t. II.

(6) *Morphol. Jahrb.*, Bd. IX, p. 23.

» V. En 1885, M. de Lacaze-Duthiers a répondu au travail de M. Spengel, et, s'appuyant cette fois sur l'étude de *Trochus*, où, dit-il, « la » démonstration devient élégante par la netteté des résultats qu'elle » donne (¹) », il a confirmé ce qu'il avait dit précédemment du cordon pédieux de *Haliotis*, lequel cordon se montre, d'après lui, chez *Trochus*, comme formé aussi par deux parties distinctes, palléale et pédieuse.

» VI. M. Boutan avait aussi exprimé l'avis que les papilles pédieuses de *Parmophorus* (homologues à la collerette ou épipodium de *Haliotis*) sont de nature palléale (²), et, en 1885, il défendait cette même thèse, en s'appuyant sur l'étude de diverses *Fissurellidæ* (³), où le cordon pédieux est aussi formé, d'après lui, par deux parties distinctes, qu'il représente séparées dans un schéma seulement (*Pl. XXXVI, fig.* 3), mais qui se voient continues dans les coupes transversales (*Pl. XXXV, fig.* 2, 7, 8, 9 et 11).

» VII. M. Haller, dans la seconde Partie de ses *Studien* (⁴), confirme ses résultats précédents et affirme que chez les *Turbo, Haliotis* et *Fissurella*, chaque cordon pédieux est unique et simple et présente seulement un sillon longitudinal externe, limitant l'origine des nerfs épipodiaux et pédieux.

» En présence d'un tel désaccord entre ces différents naturalistes, et comme le point en litige m'intéressait directement, j'ai voulu m'éclairer par une étude personnelle de la question. Je tiens à ajouter que, *a priori*, M. de Lacaze-Duthiers me paraissait avoir raison contre M. Spengel.

» Comme, d'après M. de Lacaze-Duthiers, c'est chez les *Trochus* que la démonstration est le plus nette, c'est ce genre que j'ai étudié, tant par dissections fines que par coupes sériées.

» Les résultats de cette étude sont que, chez les *Trochus*, chaque cordon pédieux présente un sillon longitudinal externe, mais n'est pas composé cependant de deux « nerfs » (ou mieux, de deux ganglions allongés); car il est impossible de séparer ceux-ci, comme M. de Lacaze-Duthiers et M. Wegmann l'ont figuré pour les *Haliotis*. Une déchirure artificielle peut se produire au niveau du sillon, puisque c'est là que passe la ligne de moindre résistance; mais les coupes montrent que le cordon pédieux est unique, comme M. Haller l'a déjà figuré pour la *Fissurella*.

» La conformation particulière de ce cordon pédieux résulte, non pas

---

(¹) *Comptes rendus*, t. C, p. 323.
(²) *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 1387.
(³) *Archives de Zoologie expérimentale*, série 2, t. III, Supplément.
(⁴) *Morphol. Jahrb.*, Bd. XI.

d'une fusion apparente de deux centres différents, mais d'un commencement de séparation dans un centre unique, spécialisation amenée par le développement de l'épipodium. Le sillon longitudinal n'est donc que l'analogue des sillons que l'on observe dans les ganglions cérébraux de nombreux Gastropodes, sillons qui limitent l'origine de différents groupes de nerfs.

» Quant au ganglion pleural (premier centre asymétrique), il se trouve au commencement du cordon pédieux, à la naissance de la commissure viscérale, chez les *Trochus* et tous les Rhipidoglosses. En admettant qu'il se continue dans la partie dorsale du cordon pédieux, on est amené à commissurer les ganglions pleuraux, comme l'a fait M. de Lacaze-Duthiers (¹), alors que, *chez aucun Mollusque,* les ganglions pleuraux ne sont commissurés.

» La conclusion de mon étude est donc que le cordon pédieux des *Trochus* est unique et que l'épipodium est de nature pédieuse.

» Il serait d'ailleurs difficile de conclure autrement, lorsqu'on examine un *Trochus* extérieurement : on voit alors que l'épipodium *n'a aucun rapport* avec le manteau, mais qu'il est situé tout entier sur le pied et entoure l'opercule, dont la nature pédieuse est indiscutable (²). »

M. G. Jacovacci adresse une Note, en langue italienne, sur la résolution algébrique des équations du cinquième degré.

M. Sandras adresse une nouvelle Note sur les altérations de la voix, produites par des inhalations de diverses vapeurs.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

(¹) *Annales des Sciences naturelles : Zoologie,* série 4, t. XII, *Pl. XI, fig.* 4.

(²) Ce travail a été fait au laboratoire de Zoologie maritime de Wimereux (Pas-de-Calais).

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 3 OCTOBRE 1887.

Étude sur les lois de la résistance de l'air; par M. E. VALLIER. Paris, Berger-Levrault et Cie, 1885; br. in-8°. (Présentée par M. Resal.)

Essai sur les principes de la balistique extérieure; par M. E. VALLIER. Paris, Berger-Levrault et Cie, 1886; br. in-8°. (Présentée par M. Resal.)

Sulla invenzione del barometro a sifone. Nota del Socio ordinario G. GOVI (estratto dal *Rendiconto della R. Accademia delle Scienze fis. e mat. di Napoli*), 1886; br. in-4°.

Se l'elettricità contribuisca al congelamento dell' acqua che divien grandine. Nota del Socio ordinario G. GOVI (estratto dal *Rendiconto della R. Accademia delle Scienze fis. e mat. di Napoli*), 1887; br. in-4°.

Scomposizione dell' acqua colla machina elettrica. Nota del Socio ordinario G. GOVI (estratto dal *Rendiconto della R. Accademia delle Scienze fis. e mat. di Napoli*), 1887; br. in-4°.

Annali dell' Ufficio centrale meteorologico italiano; serie II, vol. VI, Parte I, II, III (1884). Roma, tipografia Metastasio, 1886-87; 3 vol. in-f°.

The species of Ficus of the indo-malayan and chinese countries; Part I : *Palæmorphe and urostigma; by* GEORGE KING. Calcutta, 1887; in-f°.

Caloric. A review of the dynamic theory of heat; by CHARLES REEDER. Baltimore, Cushings and Bailey, 1887; br. in-12. (Deux exemplaires.)

Untersuchungen über die Darstellung und Eigenschaften des Inosit sowie dessen Verbreitung im Pflanzenreiche. — Inaugural-Dissertation; von RICHARD FIEK. St-Petersburg, 1887; br. in-8°.

Statistisch-casuistischer Beitrag zur Kenntniss der Fistula Ani. — Inaugural-Dissertation; von STANISLAUS-V. KOZUCHOWSKI. Dorpat, 1886; br. in-8°.

Festrede zur Jahresfeier der Stiftung der Universität Dorpat am 12. *December* 1886, *gehalten von* Dr ALEXANDER BRUECKNER. Dorpat, 1886; br. in-4°.

Festrede am Tage der Enthüllung des in Dorpat errichteten Denkmals für Karl Ernst von Baer in der Aula der Universität am 16. (28.) *November* 1886, *gehalten von* Dr EMIL ROSENBERG. Dorpat, 1886; br. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 29 août 1887.)

Note de M. *J. Bertrand,* sur une formule nouvelle pour représenter la tension maxima de la vapeur d'eau :

Page 393, ligne 4, *au lieu de* $\log G = 34,21083$, *lisez* $\log G = 37,13450$.

(La différence entre les deux nombres provient de la substitution du *millimètre de mercure,* comme unité de pression, à la *pression atmosphérique* qui avait été adoptée d'abord.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 OCTOBRE 1887.

PRÉSIDÉE PAR M. HERVÉ MANGON.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOMÉTRIE. — *Un théorème sur les arcs des lignes géodésiques des surfaces de révolution du second degré;* par M. **Halphen**.

« Les arcs d'ellipse ou d'hyperbole limités aux points de contact des tangentes menées d'un point pris sur une conique confocale donnent lieu à des propositions très connues et tout à fait classiques. Ces propositions ont été généralisées; elles ont lieu sans modification, pour ainsi dire, sur la surface de tout ellipsoïde, par exemple, quand on remplace les coniques par des lignes de courbure et les tangentes droites par des tangentes géodésiques.

» C'est d'une extension fort différente que je me suis occupé, en remplaçant l'ellipse ou l'hyperbole sur laquelle sont considérés les arcs par une ligne géodésique de surface du second degré de révolution.

» Pour une surface du second degré quelconque, les tangentes de toute ligne géodésique coupent chaque surface confocale suivant deux courbes distinctes. Cette décomposition est une conséquence très facile d'un théorème de Chasles, consistant en ce que ces tangentes touchent une surface confocale, pour laquelle, on le voit, les deux courbes distinctes viennent se réunir.

» Si la surface est de révolution, la proposition se complète comme il suit : les deux courbes, qui forment ensemble l'intersection complète, sont égales entre elles; elles diffèrent de position seulement : l'une peut être ramenée sur l'autre par une rotation autour de l'axe de révolution.

» Chaque point de l'une de ces courbes a, de la sorte, son *homologue* sur l'autre. Plus exactement, il a une infinité d'*homologues*, attendu que chaque courbe se compose elle-même d'une infinité de branches égales entre elles, et dont chacune s'obtient en faisant tourner une seule d'entre elles, autour de l'axe, d'angles en progression arithmétique. C'est, au reste, ce qui a lieu pour la ligne géodésique elle-même.

» Voici maintenant quel est le théorème : *Sur les deux courbes d'intersection d'une surface confocale on prend deux points* homologues *y et y'. En chacun d'eux passe une tangente de la géodésique; soient x et x' les points de contact. Soient s et s' les arcs de la géodésique aboutissant en x et x' et comptés à partir de deux points fixes x_0 et x'_0, positions particulières des points x et x'. Soit m le nombre des points à l'infini qui séparent x et x'. La différence $s' - s$ des deux arcs et la somme $xy \pm (-1)^m x'y'$ diffèrent par une longueur constante. On doit prendre le signe* plus *quand la surface confocale ne rencontre pas la géodésique, le signe* moins *dans le cas opposé.*

» Quand la géodésique n'a pas de branche infinie, ce qui a lieu seulement sur les ellipsoïdes, ou quand les deux points x et x' ne sont séparés par aucun point à l'infini, on peut dire plus simplement : *l'arc xx' et la somme $xy + x'y'$ diffèrent par une longueur constante, si la surface confocale ne rencontre pas la géodésique. Si,* au contraire, *il y a rencontre, la différence $xy - x'y'$ est égale à la différence des arcs y_0x et y'_0x', comptés à partir de deux points homologues y_0 et y'_0, situés sur la géodésique.*

» C'est en supposant la ligne géodésique réduite à un méridien que l'on voit la proposition précédente se confondre avec les théorèmes classiques concernant les arcs d'ellipse ou d'hyperbole. En ce cas, les deux courbes d'intersection, dont il était tout à l'heure question, se réduisent à une seule conique confocale à la première, et les points *homologues* viennent coïncider entre eux. »

HYDRAULIQUE. — *Sur la théorie des déversoirs en mince paroi et à nappe soit déprimée, soit soulevée, c'est-à-dire soumise inférieurement à une pression constante, plus petite ou plus grande que celle de l'atmosphère exercée au-dessus;* par M. **J. Boussinesq.**

« I. J'ai montré, dans une Note du 4 juillet (*Comptes rendus*, t. CV, p. 17), comment la théorie des déversoirs en mince paroi, sans contraction latérale et *à nappe libre*, peut être édifiée sur la supposition naturelle de filets parallèles à l'endroit où ils traversent la section contractée, c'est-à-dire y ayant sur toute l'épaisseur de la nappe un centre commun de courbure, avec assimilation du relèvement total ε qu'éprouve, près de la paroi dont elle s'est détachée, la face inférieure de la nappe, à la contraction d'une veine issue d'un orifice; en sorte que le rapport de ce relèvement ε à la hauteur h (au-dessus du seuil) du niveau d'amont, hauteur qui mesure en quelque sorte le diamètre correspondant de l'orifice proposé, soit, pour chaque forme du barrage, un véritable coefficient constant de contraction, à déterminer par l'expérience. Toutefois, pour évaluer l'épaisseur η de la nappe, c'est-à-dire la hauteur de la section contractée et, par suite, le débit q de l'unité de longueur du déversoir, il faut, à l'expression de q, de la forme $q = F(h, \eta)$, déduite au moyen de ces hypothèses de l'équation de D. Bernoulli, appliquer un principe de débit maximum, imaginé par Belanger, qui donne, comme relation entre η et h, l'égalité à zéro de la dérivée de q en η.

» Je commencerai ici par motiver ce principe, ou plutôt ce *postulatum*, en imaginant que, sur le cours d'eau à débit constant dont il s'agit, le niveau d'aval ait été, d'abord, tenu assez haut pour noyer le déversoir, et puis, abaissé peu à peu, jusqu'à production, sur le barrage, du régime désormais invariable que l'on étudie, c'est-à-dire jusqu'au point à partir duquel les abaissements ultérieurs cessent de se propager sur la section contractée et, *surtout*, de remonter la chute précédant cette section. L'approche d'un tel état limite, où s'évanouit l'influence, sur h, du niveau d'aval, doit naturellement être annoncée par une atténuation indéfinie de cette influence, non seulement entre l'aval et la section contractée, mais aussi entre la section contractée et l'amont du déversoir. Donc une *dernière* diminution, $-d(\varepsilon + \eta)$, de la hauteur $\varepsilon + \eta$ de l'eau (au-dessus du seuil) dans la section contractée n'aura provoqué qu'une diminution $-dh$ infiniment plus faible de la hauteur h d'amont; et le rapport de dh à $d\eta + d\varepsilon$ aura été nul au moment où s'établissait le régime dont on cherche les lois.

C'est dire que, dans la relation $q = F(h, \eta)$, obtenue entre η et h pour tous les états par lesquels passe l'écoulement sans que q varie, il faut choisir η de manière à annuler le rapport de dh à $d\eta + d\varepsilon$, ou simplement de dh à $d\eta$, vu la proportionnalité admise de ε à h et de $d\varepsilon$ à dh.

» Or, égaler ainsi à zéro la dérivée de h par rapport à η, dans la relation $q = F(h, \eta)$, où l'on suppose q invariable, c'est, d'après le principe de Fermat, rendre h minimum, ou choisir pour niveau d'amont le plus bas qui soit capable de fournir le débit exigé q. Et la relation $\frac{dq}{d\eta} = -\frac{dq}{dh}\frac{dh}{d\eta}$, déduite de $q = \text{const.}$, revient bien alors, par la disparition de son second terme, à annuler la dérivée de q en η, ou à rendre le débit q maximum pour une hauteur donnée d'amont h, conformément à l'idée qu'a eue Belanger.

» II. Mais il peut arriver qu'une pression constante, $-n\rho g(h-\varepsilon)$, ayant par unité d'aire un certain rapport, $-n$, au poids d'une colonne de liquide de la hauteur connue $h-\varepsilon$, s'exerce sous la nappe, et la *déprime* ou la *soulève* suivant que ce sera une *non-pression* ou une *pression proprement dite,* c'est-à-dire un déficit ou un excédent par rapport à la pression atmosphérique dont on fait abstraction. La nappe sera donc *déprimée* si n est positif (ce qui arrive assez fréquemment), *soulevée* si n est, au contraire, *négatif*. Le rapport de ε à h se trouve probablement diminué dans le premier cas et accru dans le second; mais, comme sa valeur pour le cas intermédiaire $n = 0$ est assez forte (0,14 environ), il est présumable que sa partie variable, d'une forme telle que $-An$, reste, souvent, peu sensible en comparaison. Il suffit d'ailleurs que ce rapport soit, pour chaque forme de déversoir, uniquement fonction du nombre donné n caractérisant la non-pression exercée sous la nappe, ou même, d'une manière plus générale, que le relèvement ε de la face inférieure de celle-ci se trouve déterminé dès que h et n le sont, pour que la même méthode conduise à une expression de q encore fonction des deux seules variables distinctes h, η, et comportant, par suite, en vertu du raisonnement précédent, l'application du principe de débit maximum.

» La marche à suivre est identiquement celle de ma Note du 4 juillet, dont j'adopterai ici les notations et les calculs. Rien n'y sera changé jusqu'à la formule (4), qui, à raison de la valeur $-n\rho g(h-\varepsilon)$, et non plus zéro, de la pression exercée sur la face inférieure de la nappe, deviendra

$$V = \sqrt{2g(h-\varepsilon)(1+n)}\,\frac{R_0}{R_0 + z - \varepsilon}. \tag{14}$$

Et l'on sera conduit ensuite, en appelant k une quantité comprise entre zéro et l'inverse de $\sqrt{1+n}$ quand η l'est entre $h-\varepsilon$ et zéro, à poser

$$(15)\quad k=\sqrt{\frac{h-\varepsilon-\eta}{(h-\varepsilon)(1+n)}}\quad \text{ou}\quad \frac{\eta}{h-\varepsilon}=1-k^2(1+n),\quad \frac{R_0}{\eta}=\frac{k}{1-k};$$

d'où il résultera, pour le débit q, la formule

$$(16)\quad \begin{cases} q=\sqrt{2g(h-\varepsilon)(1+n)}R_0\log\frac{R_0+\eta}{R_0}=\sqrt{2g}(h-\varepsilon)^{\frac{3}{2}}f(k), \\ \text{avec}\quad f(k)=\left[(k\sqrt{1+n})-(k\sqrt{1+n})^3\right]\frac{\log k}{k-1}. \end{cases}$$

Le quotient, essentiellement positif, de $\log k$ par $k-1$ ne présente aucune discontinuité pour la valeur $k=1$ (qui le rend égal à 1), et, s'il devient infini à la limite $k=0$, l'influence prépondérante du facteur entre crochets, dans l'expression de $f(k)$, rend, en définitive, cette fonction $f(k)$ nulle aux deux limites $k\sqrt{1+n}=0$, $k\sqrt{1+n}=1$, entre lesquelles seules elle est positive et doit être considérée. Elle y a donc le maximum qu'on cherche et qui s'obtiendra en annulant la dérivée $f'(k)$. Or l'équation $f'(k)=0$, résolue par rapport à $k^2(1+n)$, donne

$$(17)\quad k^2(1+n)=\frac{1}{1+\varphi(k)},\qquad \text{en posant}\quad \frac{2}{\varphi(k)}=\frac{1}{\log k}+\frac{1}{1-k}.$$

Une valeur positive quelconque, attribuée à k, rendra $f(k)$ maximum pour la valeur de n résultant immédiatement de cette relation (17); et il suffira de faire, dans celle-ci, varier k, pour former le Tableau des valeurs correspondantes de n, puis, grâce à (16) et (15), celui des maxima $M=f(k)$, ainsi que des rapports de η et de R_0 à $h-\varepsilon$.

» III. Pour voir comment se succéderont les valeurs de n, étudions, dans (17), la fonction $\varphi(k)$, qui, égale à 2 pour k nul et à $2\log k$ (sensiblement) pour k très grand, ne cesse pas d'être continue pour la valeur $k=1$, près de laquelle $\log k$, développé en série suivant les puissances de $k-1$, a comme inverse $\frac{1}{k-1}\left(1+\frac{k-1}{2}-\dots\right)=\frac{-1}{1-k}+\frac{1}{2}-\dots$, donnant ainsi $\varphi(k)=4$ à la limite $k=1$. Cette fonction $\varphi(k)$ croît sans cesse avec k. En effet, la deuxième relation (17), différentiée, montre que $\varphi'(k)$ a le signe de $(1-k)^2-k(\log k)^2$, fonction essentiellement positive; car, continue, avec ses dérivées, pour $k>0$, et nulle, avec sa dérivée première, pour $k=1$, elle a sa dérivée seconde de même signe que l'expression $k-1-\log k$, dont le minimum, atteint pour $k=1$, est zéro. Ainsi, lorsque k grandit de

zéro à l'infini, $\varphi(k)$ croît de 2 à l'infini; et, d'après (17), le produit $k^2(1+n)$ diminue de $\frac{1}{3}$ à zéro, ou, n, de l'infini à -1. Mais, la nappe déversante étant toujours concave en dessous, le rayon R_0 de courbure de sa face inférieure, sur la section contractée, ne devient jamais négatif. Donc, d'après la dernière (15), k n'a pas à dépasser l'unité; ce qui ne laisse $\varphi(k)$ varier que de 2 à 4, $k^2(1+n)$ de $\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{5}$, n de ∞ à $-\frac{4}{5}$, et, l'épaisseur η de la lame, de $\frac{2}{3}(h-\varepsilon)$ à $\frac{4}{5}(h-\varepsilon)$, c'est-à-dire du onzième seulement de sa valeur moyenne $\frac{11}{15}(h-\varepsilon)$, de part et d'autre de celle-ci, tandis que le rayon de courbure R_0 croît de zéro à l'infini.

» Par suite, d'après (16), le rapport $f(k) = M$ du débit q à $\sqrt{2g}(h-\varepsilon)^{\frac{3}{2}}$ variera surtout à raison du facteur $\frac{\log k}{k-1}$. Or celui-ci est décroissant; car sa dérivée a le signe de l'expression $\left(1-\frac{1}{k}\right)+\log\frac{1}{k}$, ou $(1-x)+\log x$, qui atteint son maximum zéro pour $x=1$. C'est dire que le coefficient M de la formule $M\sqrt{2g}(h-\varepsilon)^{\frac{3}{2}}$ du débit varie, comme l'on pouvait s'y attendre, en sens inverse de k et dans le même sens que la non-pression mesurée proportionnellement par n. Sa valeur la plus faible correspond donc à $k=1$ et à $R_0=\infty$, ou à une forme rectiligne des filets dans la section contractée (ce qui entraîne une distribution hydrostatique des pressions sur cette section); elle est $\frac{4}{5\sqrt{5}} = 0,3578$.

» Voici d'ailleurs les résultats du calcul pour les valeurs de k multiples de 0, 1, avec intercalation de ceux qui correspondent au cas $n=0$ de la nappe libre, et que j'avais déduits, à ma Note du 4 juillet, de formules comprises dans les précédentes :

$k=$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,46854	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$n=$	∞	24,28	4,979	1,5575	0,3961	0	−0,1283	−0,4074	−0,5726	−0,6783	−0,7494	−0,8
$\frac{\eta}{h-\varepsilon}=$	0,6667	0,7472	0,7608	0,7698	0,7766	0,7805	0,7821	0,7867	0,7906	0,7941	0,7971	0,8
$\frac{R_0}{h-\varepsilon}=$	0	0,0830	0,1902	0,3299	0,5177	0,6881	0,7821	1,1800	1,845	3,176	7,174	∞
M ou $\frac{q}{\sqrt{2g}(h-\varepsilon)^{\frac{3}{2}}}=$	∞	0,9612	0,7486	0,6352	0,5605	0,5216	0,5061	0,4640	0,4301	0,4020	0,3783	0,3578

» IV. Des déterminations précises du relèvement ε, pour les nappes libres se détachant de déversoirs en mince paroi et à face d'amont verticale, ont été faites récemment par M. Bazin (¹); elles ont donné, pour le

(¹) Sans l'interposition de la paroi latérale en verre dont il est parlé à la fin de ma Note du 4 juillet, mais dont l'expérience a montré l'inutilité et les inconvénients.

rapport de ε à h, comme résultats moyens, respectivement 0,142, 0,136, 0,137, 0,133, entre $h = 0^m,20$ et $0^m,25$, $0^m,25$ et $0^m,30$, $0^m,30$ et $0^m,35$, $0^m,35$ et $0^m,42$. Pour de moindres valeurs de h, qui ont varié de $0^m,15$ à $0^m,20$, ce rapport a eu la valeur moyenne, plus élevée, 0,157; mais on peut craindre que l'approximation n'y ait pas été suffisante sur les très petits relèvements alors observés ε, de $0^m,03$ au plus. C'est pourquoi j'adopterai comme valeur normale du rapport de ε à h, pour le genre de déversoirs dont il s'agit, le nombre exact de centièmes 0,14, c'est-à-dire la moyenne (0,137) des quatre premiers résultats ci-dessus, un peu forcée pour tenir compte de ce que la hauteur du déversoir ($1^m,13$) n'était pas indéfinie, comme on le suppose, ni, par suite, la contraction ε, complète. Alors le Tableau ci-dessus donnera, dans le cas d'une nappe libre,

$$(18)\qquad q = (0,4160)h\sqrt{2gh}, \qquad \eta = (0,6712)h, \qquad R_0 = (0,5918)h = (4,227)\varepsilon.$$

» Les expériences de M. Bazin confirment, on ne peut mieux, cette expression de q. Elles n'ont pas encore porté sur l'épaisseur η, dont le mesurage sera d'ailleurs, à ce qu'il semble, assez aisé. Mais la confrontation serait plus difficile en ce qui concerne le rayon de courbure R_0 du dessous de la nappe dans sa partie la plus haute. On peut, toutefois, contrôler jusqu'à un certain point sa valeur théorique $(4,227)\varepsilon$, grâce au tracé, qu'a eu soin de faire M. Bazin sur plusieurs profils en long de cette surface observés par lui, de la corde horizontale émanée du seuil. Sa longueur a été trouvée constamment égale à 5ε, dont un tiers, soit environ $(1,7)\varepsilon$, en deçà de la flèche ε, et les deux autres tiers, ou $(3,3)\varepsilon$, au delà. Or l'arc de cette corde, évidemment vertical au départ comme la vitesse ascendante des filets fluides qui le décrivent et qui ont glissé sur la face amont du déversoir, tourne d'abord très vite, pour devenir horizontal au sommet de la flèche ε, et présente ainsi des courbures de plus en plus lentement décroissantes, jusqu'à la seconde extrémité de la corde considérée 5ε. Donc cette même corde, mais prolongée en deçà du seuil et supposée terminée de part et d'autre à la circonférence $2\pi R_0$ osculatrice au sommet, aura, de chaque côté de la flèche ε, une longueur, $\sqrt{(2R_0 - \varepsilon)\varepsilon}$, excédant notablement plus $(1,7)\varepsilon$, vers le seuil, qu'elle ne sera inférieure à $(3,3)\varepsilon$, au delà de la flèche. Or c'est précisément ce qui résulte de la valeur théorique $R_0 = (4,227)\varepsilon$; car on en déduit $\sqrt{(2R_0 - \varepsilon)\varepsilon} = (2,730)\varepsilon$.

» V. Il est clair, par les mêmes considérations, que, dans un déversoir à nappe déprimée, le rapport de R_0 à ε ne pourrait décroître jusqu'à une

limite telle que l'unité, ou le centre du cercle $2\pi R_0$ osculateur au point le plus haut de la face inférieure de la nappe s'élever environ jusqu'au niveau du seuil et même seulement en approcher, sans que, par le fait même, cette face redevînt, en descendant, verticale dès ce niveau ou un peu au-dessous, ne laissant ainsi, entre elle et le déversoir, qu'une mince couche d'air, d'une épaisseur à peine supérieure à 2ε, et dont l'entraînement dès lors inévitable amènerait soit l'*adhérence* de la nappe à la face aval du barrage, soit du moins l'introduction, contre cette face, d'une couche d'eau tourbillonnante et d'étendue notable *noyant en dessous* la nappe de déversement. Si l'on admet provisoirement que, même pour d'assez grandes valeurs de n, le quotient de ε par h reste à peu près 0,14, ou, celui de ε par $h-\varepsilon$, 0,163, la nappe devra donc devenir ou adhérente, ou noyée en dessous, quand le rapport de R_0 à $h-\varepsilon$ diminuera jusqu'à ne plus dépasser beaucoup 0,163. D'après la suite des valeurs de ce rapport contenues dans le Tableau précédent, où l'on voit qu'il se trouve déjà réduit à 0,190 lorsque k descend jusqu'à 0,2 ou lorsque n atteint 5 environ, on peut conjecturer que l'expulsion de l'air et même l'*adhérence* de la nappe sont dès lors effectuées. Ces phénomènes remarquables, signalés par M. Bazin comme correspondant à des changements profonds du mode de l'écoulement et du bruit qui l'accompagne, surviendraient donc quand la *non-pression* sous la nappe (évaluée en hauteur d'eau), approcherait de $5(h-\varepsilon)$ ou $(4,3)h$, c'est-à-dire deviendrait voisine de 4 fois environ la hauteur de charge h. Alors le coefficient de débit $m = M(1-0,14)^{\frac{3}{2}}$, rapport de q à $h\sqrt{2gh}$, approcherait lui-même, d'après le Tableau précédent, de la valeur considérable $(0,7486)(0,86)^{\frac{3}{2}} = 0,6$ environ.

» Si l'on continue à admettre provisoirement que $\varepsilon = (0,14)h$ pour ce cas et pour ceux de non-pressions moindres ou encore de pressions positives modérées exercées sous la nappe, le même Tableau des valeurs de n et de M donnera :

Pour $k =$	0,2.	0,3.	0,4.	0,5	0,6	0,7,
ou pour les non-pressions....	$(4,282)h$	$(1,339)h$	$(0,341)h$	$(-0,110)h$	$(-0,350)h$	$(-0,492)h$,
Coefficient m ou $\dfrac{q}{h\sqrt{2gh}} =$	0,597	0,507	0,447	0,404	0,370	0,343,

les nombres de la deuxième colonne étant les valeurs de

$$n(h-\varepsilon) = n(1-0,14)h$$

et, ceux de la troisième, les valeurs de $M(1-0,14)^2$. »

PHYSIQUE. — *Sur la graduation des tubes destinés aux mesures gazométriques;* par M. BERTHELOT.

« 1. Parmi les difficultés que présente la mesure des volumes gazeux au moyen de tubes gradués, il en est quelques-unes qui tiennent au mode de graduation employé pour ces tubes. La division indicatrice des volumes peut, en effet, être établie de diverses manières, en raison de l'existence du ménisque du liquide sur lequel on mesure les gaz, c'est-à-dire, en général, du mercure dans les déterminations exactes.

» 2. C'est d'ordinaire par la pesée du mercure versé dans les tubes que l'on établit, ou que l'on vérifie la graduation; mais les volumes occupés par un poids donné de mercure dans ces conditions ne correspondent pas à la graduation, le ménisque étant de sens inverse dans les mesures de gaz. Il est donc nécessaire de calculer, d'après les Tables de capillarité et le diamètre du tube, le volume compris entre le plan tangent au ménisque et le plan d'intersection du métal avec la surface intérieure du tube, et de faire une correction de valeur double, à cause du renversement du ménisque. On peut d'ailleurs tenir compte de la correction, lorsqu'on grave la graduation. On la réduit parfois à moitié, en rendant le ménisque plan, à l'aide d'altérations chimiques légères du mercure; condition dans laquelle la graduation, déduite directement des poids du mercure, répondrait à des volumes absolus. Mais ces volumes ne sont pas ceux du gaz renfermé dans le tube, toujours à cause du ménisque existant dans les conditions des mesures.

» Ainsi le calcul de la correction exige la connaissance du diamètre intérieur du tube.

» Si ce diamètre était tout à fait uniforme, la correction serait une constante propre à chaque tube : cette uniformité peut, en effet, être obtenue approximativement dans la majeure partie de la longueur des tubes de verre, s'ils sont convenablement choisis et pas trop longs. Dans cette étendue, les volumes absolus seront donc connus avec exactitude.

» *A fortiori*, l'on connaîtra la différence entre deux volumes répondant à une absorption déterminée, différence qui est indépendante de la correction de capillarité.

» Mais cette indépendance, aussi bien que la correction elle-même, cesse d'être applicable au voisinage de l'extrémité fermée du tube, à cause

de sa forme hémisphérique. On trouve dès lors des difficultés très grandes pour mesurer exactement : soit les faibles résidus gazeux ; soit les volumes considérables, qui ne laissent après l'action d'un absorbant qu'un faible résidu. Aussi la plupart des tubes gradués fournis par le commerce sont-ils très peu corrects pour ces évaluations totales et pour ces positions extrêmes, et la vérification de la graduation vers l'extrémité du tube est-elle regardée comme fort pénible.

» C'est pourquoi il paraît utile de faire connaître un procédé qui permet à la fois de graduer exactement les tubes dans toute leur longueur, d'une façon directe, et d'en vérifier la graduation ; le tout sans faire intervenir ni correction de capillarité, ni aucun calcul fondé sur des déterminations de pression ou de température.

» 3. Ce procédé consiste à peser le poids du mercure qui occupe un volume de gaz défini par la graduation, dans les conditions exactes de son emploi. Voici comment on opère. On remplit avec du mercure le tube posé verticalement, la partie fermée étant en bas, jusqu'à ce que le liquide déborde, en ayant soin de ne laisser aucune bulle d'air interposée. A ce moment on pose sur le tube, en appuyant un peu, un petit plan de verre bien dressé, par exemple une plaque ronde un peu épaisse. On retourne le tube, qui se trouve ainsi exactement rempli de mercure. On pèse le tout, tube, mercure et plaque, sur une balance sensible au centigramme ou au delà. Cela fait, on reprend le système, on le place au-dessus d'une petite capsule et l'on soulève légèrement un coin de la plaque de verre, de façon à faire rentrer un certain volume d'air et à faire écouler, par conséquent, un volume de mercure correspondant. On rétablit aussitôt le contact de la plaque et du tube, on dépose le système sur un grand plan horizontal et on lit avec une loupe, ou avec une petite lunette, la graduation qui répond au plan horizontal tangent à la surface du ménisque. Puis on pèse : soit directement le mercure écoulé dans la capsule ; soit le système formé par le tube, la plaque et le mercure, suivant la convenance de l'opérateur, ce qui donne par différence le poids du mercure écoulé. Ce poids, divisé par la densité exacte du mercure à la température de l'expérience, fournit avec une extrême précision le volume de l'espace vide intérieur occupé par l'air et limité par la graduation. On peut, en une heure, faire huit ou dix de ces opérations, successivement, sur le même tube, depuis la partie hémisphérique d'en haut jusqu'au bas du tube.

» On peut vérifier ainsi la graduation d'un tube quelconque, et en dresser la Table de correction. Mais il est préférable de faire établir directe-

ment la graduation par le constructeur, conformément à ce principe. J'ai trouvé, à cet égard, un concours excellent dans M. Baudin, qui construit depuis une vingtaine d'années, d'après mes indications, des thermomètres calorimétriques et des fioles jaugées, que connaissent et apprécient tous les savants européens.

» 4. Pour faire juger du soin avec lequel sont exécutés les tubes destinés aux mesures gazométriques, il suffira d'en citer trois types, qui sont le plus ordinairement employés dans mes recherches.

I. *Tube de 15 centimètres cubes, divisé directement en dixièmes.*

Longueur totale	$19^{cm},5$ à $20^{cm},0$
Longueur de la graduation	17^{cm}
Diamètre intérieur	11^{mm} environ
Diamètre extérieur	15^{mm}

» La division commence à $0^{cc},3$ de l'origine.

» On évalue facilement avec une grosse loupe le centième de centimètre cube.

» L'erreur maximum de la graduation, vérifiée sur plusieurs tubes pris au hasard, et sur divers points depuis l'origine, a été trouvée de $0^{cc},02$; l'erreur moyenne de $0^{cc},01$, c'est-à-dire la même que celle de la lecture.

II. *Tube de 5 centimètres cubes, divisé directement en vingtièmes.*

Longueur totale	$19^{cm},5$ à 20^{cm}
Longueur de la graduation	15^{cm}

» A 2 centimètres au-dessous de la graduation, le tube gradué est soudé avec un tube plus large, non gradué, de 15^{mm} à 16^{mm} de diamètre extérieur, jouant le rôle d'entonnoir pour l'introduction des gaz.

» La division commence à $0^{cc},1$ de l'origine.

» On évalue aisément avec une grosse loupe le demi-centième de centimètre cube, et il serait très facile d'aller plus loin avec une lunette pourvue d'un micromètre. L'erreur maximum de la graduation a été trouvée, par vérification directe, égale à $0^{cc},007$; l'erreur moyenne : $0^{cc},003$.

III. *Tube de 2 centimètres cubes, divisé directement en cinquantièmes de centimètre cube.*

Longueur totale	$19^{cm},8$
Longueur de la graduation	15^{cm}

» Le tube est pourvu d'un entonnoir cylindrique, analogue au précédent.

» La division commence à $0^{cc},02$ de l'origine.

» On évalue aisément à la loupe le cinq-centième de centimètre cube.

» L'erreur maximum de la graduation a été trouvée, par vérification directe, égale à $0^{cc},003$; l'erreur moyenne, un peu supérieure à un millième de centimètre cube.

» La même méthode peut être appliquée aux tubes de toute capacité; mais elle est surtout commode pour les tubes des dimensions susdites. Avec de tels tubes, on exécute avec promptitude et sécurité les analyses des gaz à $\frac{1}{500}$ près [1], en opérant sur 10^{cc} de gaz et même sur 2^{cc}, c'est-à-dire sur des poids totaux de quelques milligrammes; le dosage pouvant être fait à deux ou trois millièmes de milligramme, quantité que les balances de laboratoire ne sauraient atteindre. Je rappellerai à cet égard mes nombreuses analyses sur les carbures d'hydrogène (1857-1869) et les expériences ingénieuses sur les fonctions des végétaux exécutées par M. Timiriaseff, qui a travaillé autrefois dans mon laboratoire. Le procédé actuel permet d'établir et de vérifier avec toute sécurité la graduation des instruments employés dans des analyses aussi délicates. »

PHYSIOLOGIE. — *Du travail mécanique dépensé par le goéland dans le vol horizontal.* Note de M. **Marey**.

« Connaissant la valeur des forces qui interviennent dans le vol de l'oiseau et le chemin parcouru par le point d'application de ces forces à chaque instant d'une révolution de l'aile, nous avons tous les éléments nécessaires pour calculer le travail dépensé dans le vol.

» Puisque le centre de gravité de l'oiseau se meut sensiblement sur une trajectoire rectiligne dans le vol horizontal, il n'y a pas de travail dépensé pour élever le corps de l'oiseau, contre la pesanteur [2].

---

(1) Voir le *Traité d'analyse des gaz* de M. Ogier, mon élève, publié dans l'*Encyclopédie chimique*, chez Dunod.

(2) Si nous admettions comme réelle l'oscillation du centre de gravité de $0^{m},01$ par seconde que nous avons trouvée sur les photochronographies, il faudrait en conclure que, de ce chef, l'oiseau dépense à chaque seconde, c'est-à-dire dans cinq abaissements de ses ailes, le travail nécessaire à élever son poids, 623^{gr} à $0^{m},05$ de hauteur, soit $0^{kgm},0311$.

Dans le vol ascendant ou descendant, il faut ajouter au travail de l'oiseau, ou en re-

» Le véritable travail effectué pour soutenir l'oiseau consiste dans le refoulement de l'air par le battement des ailes (¹); la réaction de ce travail équivaut à un effort statique constamment égal et contraire à l'action de la pesanteur sur son corps.

» On peut, à cet égard, comparer l'oiseau qui prend son point d'appui sur l'air en le déplaçant aux animaux, lorsqu'ils marchent sur un sol mouvant. L'enfoncement d'un terrain sablonneux sous les pieds d'un marcheur est un travail qui a pour mesure la résistance incessamment variable que présente le sol comprimé, multipliée par la quantité dont ce sol s'enfonce à chaque instant. De même, quand l'aile d'un oiseau s'abaisse, le travail qu'elle fait a pour mesure l'effort à chaque instant exercé par l'air contre le *centre d'action* de la surface de l'aile, multiplié par le chemin vertical que ce centre d'action parcourt pendant le temps considéré. C'est la réaction de ce travail qui représente la force statique continuellement égale et contraire à la pesanteur.

» La même chose se passe encore lorsqu'un hélicoptère, ayant terminé sa course ascendante, reste un instant immobile avant de redescendre.

---

trancher, celui qui correspond à la hauteur dont le poids de son corps s'élève ou s'abaisse suivant la verticale.

(¹) Babinet avait tenté autrefois de calculer le travail de l'oiseau d'après les considérations suivantes : Par l'effet de la pesanteur, les corps tombant de $4^m,90$ dans la première seconde, l'oiseau devait, disait-il, effectuer, à chaque seconde, pour ne pas tomber, un travail capable d'élever son propre poids à $4^m,90$ de hauteur.

M. d'Esterno a fort justement combattu ce raisonnement en montrant que, si, au lieu d'une seconde, Babinet eût pris deux secondes comme base de son calcul, il eût trouvé que l'oiseau, tombant dans ce temps de $4^m,90 \times 2^2 = 19^m,60$, soit $9^m,80$ par seconde, devrait produire, contre la pesanteur, un travail deux fois plus grand. M. d'Esterno conclut à la nécessité de ramener à sa véritable valeur le temps pendant lequel l'oiseau est soumis à la force accélératrice de la pesanteur et, choisissant pour type un oiseau qui donne cinq coups d'ailes par seconde, estime que chacune de ses chutes, ne pouvant durer qu'un cinquième de seconde, se réduirait à $0^m,20$. Le travail qui compenserait l'effet de ces chutes ne serait plus, pour une seconde entière, que celui qui consisterait à relever cinq fois l'oiseau à $0^m,20$, soit à 1^m de hauteur par seconde. Cette évaluation serait encore exagérée, car l'expérience montre que l'oiseau ne tombe pas pendant l'abaissement de ses ailes; on ne pourrait donc attribuer à la chute de l'oiseau que la moitié, environ, de la révolution alaire, soit un dixième de seconde, temps pendant lequel les ailes se relèvent entre deux coups frappés sur l'air. Avec cette dernière correction, la chute de l'oiseau entre deux coups d'ailes serait réduite à $0^m,049$, quantité sensiblement égale à son oscillation apparente.

Nous avons vu précédemment que l'oscillation réelle de l'oiseau, celle de son centre de gravité, est environ cinq fois plus faible.

Pendant cette phase d'immobilité, le poids de l'appareil est soutenu par la *réaction* de l'air contre l'hélice, réaction précisément égale à l'action de la pesanteur, c'est-à-dire au poids de l'hélicoptère.

» Dans le vol du goéland, la composante verticale du travail sur l'air, celle qui est destinée à soutenir le poids de l'oiseau, a pour mesure la pression de l'air, ou le poids de l'oiseau qui lui est égal, multiplié par le chemin que parcourt verticalement le centre d'action de l'aile.

» Les photochronographies nous montrent que l'aile, au moment de l'essor, décrit un mouvement angulaire de 50° environ, soit, pour le rayon de $0^{m},30$ à l'extrémité duquel agit la pression de l'air, un parcours vertical de $0^{m},35$. Le travail effectué dans le sens vertical, c'est-à-dire pour soutenir l'oiseau contre la pesanteur, sera donc $0^{kgm},623 \times 0^{m},35 = 0^{kgm},218$ par battement d'ailes, et comme le goéland donne cinq coups d'ailes par seconde, le travail sera de $0^{kgm},218 \times 5 = 1^{kgm},090$ par seconde.

» D'autre part, la *composante horizontale* qui pousse l'oiseau pendant l'abaissement des ailes a pour valeur $0^{kg},898$; cette force n'agit que pendant la moitié de l'espace horizontalement parcouru pendant une seconde, c'est-à-dire sur un parcours de $3^{m},05$. Le travail dépensé à chaque seconde suivant la direction horizontale est donc $0^{kg},898 \times 3^{m},05 = 2^{kgm},738$.

» En faisant la somme des travaux effectués, à chaque seconde, suivant les deux composantes, on obtient :

Travail suivant la verticale......................	$1^{kgm},090$
Travail suivant l'horizontale	$2^{kgm},738$
Total à chaque seconde......................	$3^{kgm},828$

pour un goéland qui ne pesait que $0^{kg},623$.

» Mais cette dépense de travail est un maximum qui n'est atteint qu'au moment de l'essor et pendant quelques instants seulement. Aussitôt que l'oiseau a acquis de la vitesse, son vol devient beaucoup plus facile; l'air résiste davantage sous l'aile qui le frappe, et l'amplitude des battements diminue beaucoup, en même temps que leur fréquence devient moindre. Pour ces raisons le travail de l'oiseau doit s'abaisser au-dessous de sa valeur initiale. On peut déjà se faire une idée de la diminution du travail que fait l'oiseau à mesure que son vol s'accélère, si l'on tient compte des changements qui surviennent alors dans la fréquence et dans l'amplitude des battements de ses ailes.

» L'observation montre que les goélands, en plein vol, ne donnent guère que trois battements d'ailes par seconde, au lieu de cinq. En supposant que chacun des coups d'ailes exige toujours le même travail, on doit admettre

que, par le fait de leur moindre fréquence, la dépense de travail à la seconde sera réduite aux $\frac{3}{5}$ de la valeur qu'elle présente à l'essor. Mais l'observation montre aussi que l'amplitude des battements de l'aile diminue dans une proportion plus grande encore que leur fréquence ; dans le plein vol, elle se réduit au tiers environ de ce qu'elle était dans le vol de départ. Or, comme la résistance de l'air sous le centre d'action de l'aile reste nécessairement égale au poids de l'oiseau, la réduction de l'amplitude des mouvements de l'aile réduit ainsi le travail au tiers.

» Ainsi le goéland faisant au départ $3^{kgm},828$ ne fera plus, en plein vol, que $3^{kgm},828 \times \frac{3}{5} \times \frac{1}{3}$, soit $0^{kgm},766$.

» On voit donc que, par l'effet d'une translation plus rapide, l'oiseau dépense de moins en moins de travail pour déplacer la résistance de l'air; il est comme un marcheur qui, d'abord avançant avec peine sur un sable mouvant, rencontrerait un sol de plus en plus ferme et s'épuiserait de moins en moins à enfoncer le sable sous ses pieds.

» Cet accroissement de la résistance de l'air, sous l'influence de la translation de l'oiseau, m'a paru l'explication naturelle des changements qu'on observe dans l'amplitude et la fréquence des coups d'ailes à mesure que le vol s'accélère. J'en ai du reste démontré expérimentalement l'existence (¹) au moyen d'appareils où un ressort servait à abaisser les ailes d'un oiseau mécanique. L'abaissement produit par ce même ressort était d'autant plus lent que la translation de la machine était plus rapide. Ainsi, l'abaissement de l'aile se faisant en $\frac{30}{100}$ de seconde, quand la machine n'avait aucune translation, durait trois fois plus de temps quand la translation était de 6^m à la seconde. L'explication de ce phénomène m'a paru être la suivante : Quand l'oiseau est animé de vitesse, son aile rencontre à chaque instant de nouvelles masses d'air qu'elle met en mouvement et dont chacune lui présente sa résistance d'inertie. Cette théorie, que je croyais nouvelle, avait été déjà donnée par les frères Planavergne qui l'ont rappelée dans une Note publiée bientôt après (²).

» On s'explique ainsi pourquoi l'oiseau, avant de s'envoler, se donne préalablement le plus de vitesse possible, soit en courant, soit en sautant ou en se laissant tomber d'un lieu élevé. Cette vitesse diminue le travail qu'il devra faire. Dans toutes mes expériences, les oiseaux, après avoir répété quatre ou cinq fois le vol de départ, présentaient une fatigue extrême.

(¹) *Comptes rendus,* séance du 12 janvier 1874.
(²) *Ibid.*

Des pigeons, par exemple, qui vivent en liberté et se jouent d'ordinaire pendant des demi-heures entières en volant à de grandes distances, refusaient de s'envoler après cinq ou six expériences ; ils restaient haletants, le bec ouvert. Si on les forçait à un nouvel essor, ils ne donnaient plus qu'un vol descendant et se reposaient au bout de quelques mètres.

» La théorie et l'expérience s'accordent donc pour montrer que le travail de l'oiseau, à chacun des abaissements de ses ailes, est d'autant moindre que sa translation est plus rapide, l'énorme fatigue de l'essor faisant graduellement place à une moindre dépense de travail.

» Pour déterminer la valeur minimum du travail dépensé par l'oiseau, il faudra que de nouvelles études permettent de mesurer la diminution de fréquence et d'amplitude des coups d'ailes dans le vol de plus en plus rapide.

» Enfin, toutes les valeurs de travail qui ont été données ci-dessus devront être contrôlées à nouveau en améliorant les conditions expérimentales. Ainsi il faudra, avec des appareils plus puissants, opérer de plus loin, recueillir des images plus grandes et avoir des temps de pose plus courts, afin d'accroître la précision des mesures de vitesse.

Du travail dans la remontée de l'aile.

» Parmi les muscles moteurs de l'aile, il n'en est qu'un auquel on ait assigné le rôle de releveur : c'est le petit pectoral, dont le volume est très petit par rapport à celui des muscles qui président à l'abaissement.

» Du reste, dès que l'oiseau est animé de vitesse, la remontée de l'aile s'explique, sans intervention des forces musculaires, par la seule action de l'air sous sa face inférieure dont le plan incliné se comporte à la façon d'un cerf-volant. D'anciennes expériences, qui montraient que, pendant la relevée de ses ailes, l'oiseau perd de sa vitesse, m'avaient conduit à admettre cette théorie, déjà émise par M. Liais. On conçoit que la force vive de l'oiseau projeté en avant remplace l'effort de traction qui est exercé par la corde dans un cerf-volant véritable. Or, le *vent relatif* qui frappe la face inférieure du cerf-volant se décompose en deux forces dont l'une résiste à la traction (elle est mesurable au dynamomètre), et l'autre soutient l'appareil et par conséquent est égale à son poids.

» Dans le vol de l'oiseau, le vent relatif qui agit sous les ailes se décompose de même; la composante horizontale résiste à la progression et ralentit la vitesse (on peut la mesurer d'après le ralentissement constaté sur les images photochronographiques); la composante verticale soutient l'oiseau, elle est égale à son poids.

» Mais cette composante verticale n'est pas un simple effort statique; elle travaille à la remontée de l'aile et remet ainsi le muscle grand pectoral en état d'allongement et de tension, condition nécessaire à l'action prochaine par laquelle ce muscle abaissera l'aile de nouveau. Il y a donc travail de l'air sous l'aile remontante, c'est-à-dire travail résistant ou négatif effectué par les muscles de l'aile qui subissent un allongement tout en résistant. Pour estimer la valeur de ce travail résistant, il faut déterminer le centre de pression de l'air sous l'aile remontante et mesurer le chemin que parcourt ce point pendant la remontée.

» Afin de simplifier les conditions du problème, considérons d'abord le cas d'un oiseau qui plane, c'est-à-dire qui dépense sa vitesse acquise dans un glissement sur l'air, en tenant les ailes étendues et immobiles. Dans ce cas, toutes les parties des ailes participent également au mouvement de translation; en chaque point de leurs surfaces la pression de l'air agit également, comme cela arrive dans le cerf-volant; la somme de toutes ces pressions, qui pour chaque aile est égale à la moitié du poids de l'oiseau, doit être considérée comme appliquée au centre de chacune des surfaces inférieures des ailes.

» Mais l'aile remontante se replie et, par conséquent, sa longueur diminue d'une quantité incessamment variable, ce qui rend le centre de gravité de sa surface impossible à préciser. Nous pouvons affirmer seulement que ce point se rapproche du corps de l'oiseau, en raison même de la flexion de ses ailes.

» Considérons enfin que l'aile s'élève et que les différents points de sa face inférieure se dérobent, pour ainsi dire, à la pression de l'air devant laquelle ils fuient avec des vitesses inégales, puisque la remontée de l'aile est un mouvement angulaire. Nous arriverons à conclure que les plumes de la région interne de l'aile reçoivent par en dessous la pression la plus forte. Cette nouvelle raison autorise à placer encore plus près du corps le point d'application de la somme de ces pressions.

» Admettons, pour fixer les idées, que le centre de pression de l'air sous l'aile remontante soit situé à son tiers interne; on aura la mesure du travail de remontée en multipliant le poids de l'oiseau par le chemin que parcourt verticalement le point situé au tiers interne de la longueur de son aile. Soit $0^{m},13$ ce parcours, le travail de l'air pour remonter l'aile sera

$$0^{kg},623 \times 0^{m},13 = 0^{kgm},080$$

pour chaque élévation de l'aile, ou, pour une seconde, cinq fois plus, c'est-à-dire $0^{kgm},400$.

» Ici se pose un des problèmes les plus délicats de la physiologie musculaire. Le travail négatif effectué par un muscle accroît la valeur du travail positif exécuté par ce muscle dans sa contraction prochaine. Peut-on admettre qu'il y ait, en ce cas, restitution partielle de travail emmagasiné dans le muscle? J'ai émis cette opinion à propos de la locomotion humaine, en montrant qu'immédiatement après un premier saut on ressaute à une hauteur plus grande ([1]). J'admettais alors une restitution partielle du travail dépensé dans le premier saut et emmagasiné dans les muscles extenseurs lorsqu'ils faisaient du travail résistant pour amortir la chute, en agissant à la façon d'un ressort. Dans une récente Communication à l'Académie, M. de Louvrié a émis l'idée qu'un phénomène analogue se produisait dans le coup d'aile de l'oiseau. Aujourd'hui, mes opinions tendent à se modifier, et je considère que la force élastique acquise par un muscle dans le travail résistant, force qui accroîtra l'effet de sa contraction ultérieure, est obtenue préalablement par les mêmes actes intimes et avec la même dépense de fatigue que le travail positif d'une contraction ordinaire. Il y aura lieu de faire de nouvelles recherches sur ce point, l'un des plus importants de la physiologie générale des muscles.

» Jusqu'ici, on n'a pu étudier le mouvement du plein vol, car un oiseau lâché de très loin ne passe, pour ainsi dire, jamais au devant de l'écran noir et dans le plan pour lequel on a fait la mise au point des appareils photographiques. Il faudra donc recourir à des dispositions nouvelles pour déterminer la valeur du travail minimum dans le vol de l'oiseau. »

THERMODYDAMIQUE. — *Sur une brochure de* M. G.-A. Zanon, *intitulée :* « *La Cinetica combattuta e vinta da G.-A. Hirn* ». Note de M. **H. Faye.**

« M. G.-A. Zanon, professeur de construction navale à Venise, m'a prié de présenter à l'Académie un Opuscule sur l'hypothèse cinétique des gaz, par laquelle il prend position dans la discussion pendante entre M. Hirn et M. Clausius.

» M. Hirn ayant prouvé, par une série de belles expériences très remarquées, que la résistance d'un gaz au mouvement des corps est indépendante de la température, aussi bien que la vitesse d'écoulement par un orifice en mince paroi sous pression constante, tandis que la théorie cinétique y fait intervenir la température, M. Clausius a objecté que les conclusions

([1]) *Comptes rendus,* t. CI, p. 494; 1885.

de M. Hirn reposent sur une interprétation incomplète de l'hypothèse. L'illustre géomètre montre que, en tenant compte à la fois de la vitesse propre des molécules qui oscillent dans le sens du courant et de celles qui se meuvent en sens contraire par suite de leurs chocs mutuels, la température s'élimine d'elle-même dans les expressions de la résistance ou de la vitesse d'écoulement. Ces expressions ne seraient donc nullement en désaccord avec l'expérience. M. Hirn a défendu son interprétation, et M. Zanon apporte de nouvelles raisons pour en démontrer la justesse. Mais le savant italien va plus loin : il montre que, dans le cas d'un gaz *pulvérulent*, c'est-à-dire dans un milieu discontinu, formé de molécules indépendantes, se heurtant en tous sens, avec des vitesses variables dont la valeur moyenne constitue la température elle-même, le mouvement à la sortie par un orifice, sous pression constante, ne saurait dépendre que de la vitesse propre des molécules, c'est-à-dire de la température. De plus, elles doivent jaillir de l'ouverture, percée en mince paroi, dans tous les sens et non sous la forme d'un jet.

» L'auteur a publié l'an dernier, en un volume très intéressant, la critique des hypothèses qui ont eu cours successivement en Physique depuis les temps anciens, et, en particulier, de l'hypothèse cinétique. Son système propre, qui se rattache aux doctrines d'Aristote et de saint Thomas d'Aquin, gagnerait à être exposé sous une forme plus moderne; car il y a si longtemps que la Science a rompu avec ces doctrines, qu'en revêtant de nouveau des formes oubliées elle risque de rester inintelligible pour nous. J'ai cru qu'il était bon de signaler à cette occasion, à l'intérêt de l'Académie, une tentative de restauration d'anciennes idées, qui ne se borne plus à la métaphysique, mais qui veut s'étendre à toutes les branches des connaissances humaines. »

M. **G.-A. Hirn** fait hommage à l'Académie, par l'intermédiaire de M. Faye, d'une brochure qu'il vient de publier, sous le titre : « La Thermodynamique et l'étude du travail chez les êtres vivants ».

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOMÉTRIE. — *Propriétés descriptives segmentaires ou métriques de la circonférence de mode quelconque.* Mémoire de M. **Mouchot**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. C. Jordan, Darboux, Halphen.)

« Si le système de coordonnées rectilignes a pour but de ramener la forme au nombre, par l'intermédiaire de la situation, il faut se garder de prendre cette définition dans un sens trop restreint.

» On sait, en effet, que l'équation d'une courbe plane résulte indifféremment des propriétés descriptives de cette courbe ou de ses propriétés segmentaires; que, dans les deux cas, cette équation varie avec le choix des axes et que ce choix influe même sur la nature de la courbe, lorsque celle-ci n'est définie que par ses propriétés segmentaires.

» Mais, ce qu'il importe aussi de reconnaître, c'est que, rapportées à un même système d'axes, certaines courbes de formes différentes ne sont pas plus tôt de modes contraires entre elles qu'elles manifestent immédiatement des propriétés segmentaires identiques; d'où la possibilité de constituer, avec ces courbes, des lieux géométriques vraiment généraux, et d'exprimer chacun d'eux, malgré la diversité de ses branches, par une seule et même équation.

» C'est ainsi que, par rapport à deux axes rectangulaires convenablement choisis, la circonférence peut se définir le lieu des points dont l'ordonnée est moyenne symétrique entre deux segments droits dont la différence est constante, cette différence ayant pour moitié le rayon et pour milieu le centre de la courbe. Définie de cette façon, la circonférence se compose d'une branche circulaire et de conjuguées hyperboliques en nombre infini. Le mode de génération de ces diverses branches varie avec la nature du rayon, qui peut être réel, imaginaire ou mixte. Le centre luimême est tantôt réel, tantôt imaginaire. Si l'on désigne par R le rayon et par a, b les coordonnées rectangulaires du centre, l'équation de la circonférence est constamment de la forme $(x-a)^2+(y-b)^2=R^2$. Il suffit, pour l'obtenir dans tous les cas possibles, de s'appuyer sur la considération des sécantes antiparallèles.

» J'appelle distance de deux points quelconques le rayon de la circon-

férence ayant un de ces points pour centre et passant par l'autre. Cette distance est toujours un segment droit et se construit sans peine.

» On peut appliquer aux segments droits les opérations graphiques définies par Descartes. Mais ces opérations se simplifient dès qu'on transforme les segments droits en quantités géométriques.

» La détermination des points de rencontre d'une circonférence quelconque et d'une droite réelle, simple ou disjointe, se réduisant à la recherche d'une moyenne symétrique, entre deux segments droits, n'offre jamais de difficulté.

» Il est également facile de généraliser la définition de la puissance d'un point quelconque par rapport à la circonférence réelle, imaginaire ou mixte, et d'en conclure la résolution graphique de l'équation

$$x^2 - 2ax + b^2 = 0,$$

quel que soit le mode des coefficients a et b.

» La recherche des points de concours d'une circonférence quelconque et d'une droite radiée n'exige généralement pas de longues constructions. On peut du reste y suppléer par l'analyse.

» Parmi les diamètres conjugués de la circonférence, il en est de radiés, qui sont, comme les diamètres droits, perpendiculaires entre eux. L'équation de la courbe reste d'ailleurs la même, quel que soit le système de diamètres conjugués qu'on prenne pour axes de coordonnées. La considération des sécantes antiparallèles, qui mène à cette équation, conduit, par là même, aux propriétés métriques du triangle rectangle dont les côtés sont droits ou radiés et les sommets de forme quelconque.

» La circonférence admet aussi des tangentes radiées. Celles-ci jouissent des mêmes propriétés que les tangentes réelles, et permettent, en particulier, de généraliser la définition de la polaire.

» Si, pour trouver les intersections de deux circonférences quelconques, on cherche sur la ligne des centres les points d'égale puissance par rapport à ces courbes, on en trouve deux, l'un à l'infini, l'autre facile à construire. Les perpendiculaires menées par ces points à la ligne des centres et nommées, l'une *droite de l'infini*, l'autre *axe radical*, contiennent les points d'intersection cherchés.

» On peut aussi déterminer l'axe radical de deux circonférences, en les coupant par une troisième convenablement choisie. J'applique cette construction à deux circonférences, l'une réelle, l'autre imaginaire ou mixte.

» Enfin, si l'on nomme *foyer* d'une courbe plane le centre d'une co-

nique rectangle ayant avec elle un double contact, on en conclut que la circonférence a pour foyer son centre même. »

M. J. Jullien adresse, de Montélimar, un Mémoire sur le traitement des vignes phylloxérées.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. Arnaudet adresse, de Cormeilles (Eure), une suite à son travail sur la constitution du globe terrestre.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Abeille adresse un Mémoire sur un mode de traitement de l'entorse.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture de la Lettre suivante, qui lui est adressée par les Délégués de la France près de l'Association géodésique internationale :

Les Délégués de la France près de l'Association géodésique internationale ont l'honneur d'annoncer à l'Académie que la réunion de cette Association aura lieu cette année à l'observatoire de Nice, du 21 au 29 octobre. Ils prient MM. les Membres de l'Académie qui désirent assister à ces séances et prendre part aux délibérations de faire connaître le plus tôt possible leur intention à l'un des Délégués français signataires de cette Lettre, afin que ces Délégués puissent prendre les mesures nécessaires pour la réception de leurs Confrères à Nice.

H. Faye.
P. Perrier.
F. Tisserand.

« La réunion de cette année, ajoute M. le Secrétaire perpétuel, aura un intérêt tout particulier pour la France et pour l'Académie. En choisissant la ville de Nice pour le lieu d'une réunion qui, successivement, se transporte dans les grandes capitales de l'Europe, l'Association des savants français et étrangers a voulu montrer avec éclat l'intérêt qu'elle attache à la belle création de M. Bischoffsheim. L'observatoire de Nice, grâce à son inépui-

sable libéralité, est aujourd'hui l'un des premiers de l'Europe, par la grandeur, la perfection et la variété des instruments. Tant de ressources livrées aux savants éminents, si heureusement choisis par le fondateur, en ont fait un des foyers dont la Science espère le plus. »

M. le **Président de la Société des Médecins d'Indre-et-Loire** informe l'Académie que l'inauguration du monument élevé, à Tours, en l'honneur de Bretonneau, Velpeau et Trousseau, aura lieu le dimanche 30 octobre, et exprime le désir que l'Académie veuille bien se faire représenter à cette cérémonie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, deux volumes publiés par M. *Paul Tannery*, et portant pour titres :

« Pour l'histoire de la Science hellène : de Thalès à Empédocle ». (Présenté par M. Faye);

« La Géométrie grecque; comment son histoire nous est parvenue et ce que nous en savons. Essai critique. Première Partie : Histoire générale de la Géométrie élémentaire ». (Présenté par M. Darboux.)

M. **Bouquet de la Grye** présente dix-sept Cartes ou Plans de la région du Congo, levés par M. Rouvier, capitaine de frégate, assisté de M. Pleigneur, capitaine d'infanterie de Marine.

» Ce travail, qui comprend une Carte d'ensemble de tout le Congo français, et des Cartes particulières du cours du grand fleuve et de ses affluents de la rive droite, donne les premières notions exactes que nous possédions sur une grande possession annexée pacifiquement, et dont il a déterminé les limites. Ce beau travail géographique fait le plus grand honneur à M. Rouvier. »

M. **Chevreul** appelle l'attention de l'Académie sur une brochure portant pour titre : « Nouveau système d'inhalations et de pulvérisation : appareil du D[r] *Huguet* ».

(Cette brochure sera soumise à l'examen de la Section de Médecine et de Chirurgie.)

M. de Lesseps présente, pour être renvoyée à la Commission chargée de l'examen des questions relatives aux Sociétés de secours mutuels, une brochure intitulée : « Projet de Société de secours mutuels pour la commune de Guilly (1853) ».

(Renvoi à cette Commission.)

ASTRONOMIE. — *Sur la réduction de la distance apparente de deux astres voisins, à leur distance moyenne d'une époque donnée.* Note de M. G. **Bigourdan**, communiquée par M. Mouchez.

« Ce problème peut se présenter, par exemple, dans les observations équatoriales. Voici comment on procède généralement : d'un côté, l'observateur obtient directement, pour les deux coordonnées, les valeurs apparentes de *astre* — ⋆; il ajoute ces quantités aux coordonnées apparentes de l'étoile et obtient les coordonnées apparentes de l'astre. De l'autre côté, le calculateur qui emploie l'observation part de la position apparente de l'astre pour en déduire, en général, la position moyenne du commencement de l'année. On procède de la sorte pour les astres mobiles (planètes et comètes) et aussi, par analogie, quand les deux astres sont fixes, par exemple quand on rapporte une nébuleuse à une étoile. Mais, dans ce dernier cas, on pourrait éviter ce long détour : il suffirait de réduire directement à l'équinoxe moyen la distance apparente *astre* — ⋆ et d'ajouter le résultat à la position moyenne de l'étoile. Voici les formules appropriées à ce but.

» 1° En appelant $\mathcal{A}$ et $\mathcal{D}$ l'ascension droite et la déclinaison apparentes d'un astre fixe, α et δ l'ascension droite et la déclinaison moyennes du même astre au commencement de l'année, et faisant abstraction du mouvement propre, on a les formules connues

$$(1)\quad \begin{cases} \mathcal{A} = \alpha + f + g\sin(G+\alpha)\operatorname{tang}\delta + h\sin(H+\alpha)\operatorname{séc}\delta + E, \\ \mathcal{D} = \delta + g\cos(G+\alpha) + h\cos(H+\alpha)\sin\delta + i\cos\delta. \end{cases}$$

Donnons à α et δ les accroissements $d\alpha$ et $d\delta$: il en résulte pour $\mathcal{A}$ et $\mathcal{D}$ les accroissements $d\mathcal{A}$ et $d\mathcal{D}$; et, par la différentiation des formules (1), on obtient

$$(2)\quad \begin{cases} d\alpha = d\mathcal{A} - d\alpha\operatorname{séc}\delta[g\cos(G+\alpha)\sin\delta + h\cos(H+\alpha)] \\ \qquad - d\delta\operatorname{séc}^2\delta[g\sin(G+\alpha) + h\sin(H+\alpha)\sin\delta], \\ d\delta = d\mathcal{D} + d\alpha[g\sin(G+\alpha) + h\sin(H+\alpha)\sin\delta] \\ \qquad - d\delta[h\cos(H+\alpha)\cos\delta - i\sin\delta]; \end{cases}$$

dans les seconds membres, on peut remplacer $d\alpha$ et $d\delta$ par $d\mathcal{A}$ et $d\mathcal{D}$ que l'observation donne directement : les formules (2) feront donc connaître les quantités cherchées $d\alpha$ et $d\delta$.

» Ces accroissements $d\mathcal{A}$, $d\mathcal{D}$, ... sont exprimés en parties du rayon; en outre, $d\mathcal{A}$ et $d\alpha$ sont les différences d'ascension droite en temps, multipliées par 15. Dans certains cas, tel que celui où l'on aurait mesuré l'angle de position et la distance pour passer ensuite aux différences d'ascension droite et de déclinaison, il pourrait être avantageux d'introduire la différence d'ascension droite exprimée en arc de grand cercle : dans ce cas, dans les formules (2) on remplacerait $d\alpha$ par $d\alpha$ sécδ.

» Ayant à appliquer un grand nombre de fois ces formules, pour mes observations de nébuleuses, il a été avantageux de réduire les coefficients de $d\alpha$ et $d\delta$ en Tables, dont le calcul est relativement assez court parce que les termes en h, H et i ont l'année pour période, de sorte que leur calcul fait pour une année servira indéfiniment pour les suivantes.

» Une pareille Table simplifierait, dans une grande proportion, l'immense travail que nécessitera, dans un avenir très rapproché, la réduction des observations photographiques de la Carte du ciel; et les éphémérides astronomiques, la *Connaissance des Temps* par exemple, augmenteraient encore leurs services en publiant, année par année, cette Table à laquelle on pourrait donner une forme qui en rendrait l'usage facile, même pour des personnes très peu expérimentées.

» 2° La réduction, d'une époque à une autre, de la *distance moyenne* de deux astres fixes voisins, peut se faire également avec facilité et d'une manière directe. En appelant α_t et δ_t l'ascension droite et la déclinaison moyennes d'un astre fixe à l'époque t, et $\alpha_{t'}$, $\delta_{t'}$ les mêmes coordonnées à l'époque t', on a, avec une approximation ici plus que suffisante, et jusque fort près du pôle,

$$(3)\qquad \begin{cases} \alpha_{t'} = \alpha_t + (m + n\,\text{tang}\,\delta_t \sin\alpha_t)(t' - t), \\ \delta_{t'} = \delta_t + n \cos\alpha_t (t' - t), \end{cases}$$

où l'on peut considérer m et n comme absolument constants. Donnons à α_t, δ_t les accroissements $d\alpha_t$, $d\delta_t$; il vient, par différentiation des formules (3),

$$(4)\qquad \begin{cases} d\alpha_{t'} = d\alpha_t + (t' - t)[n\,\text{tang}\,\delta_t \cos\alpha_t\, d\alpha_t + n \sin\alpha_t\, \text{séc}^2\delta_t\, d\delta_t], \\ d\delta_{t'} = d\delta_t - (t' - t)\, n \sin\alpha_t\, d\alpha_t, \end{cases}$$

où les accroissements sont exprimés comme il a été dit pour (1) et (2).

» Les variations annuelles sont donc :

» Pour l'ascension droite,

$$n \tang\delta \cos\alpha\, d\alpha + n \sin\alpha\, \text{séc}^2\delta\, d\delta;$$

» Pour la déclinaison,

$$-n \sin\alpha\, d\alpha.$$

» Ces variations annuelles peuvent également être réduites en Tables pour une valeur choisie de $d\alpha$ et $d\delta$ (pour la réduction de mes observations de nébuleuses, j'ai calculé ces Tables en prenant $d\alpha = d\delta = +10'$). A cause de la très lente variation de n, ces Tables peuvent servir pendant très longtemps et rendre également de grands services pour la réduction des observations de la Carte du ciel. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète* (269) *Palisa, faites à l'observatoire d'Alger, au télescope de* $0^m,50$. Note de MM. **Rambaud** et **Sy**, présentée par M. Mouchez.

Dates 1887.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Ascension droite. Planète — ★.	Déclinaison. Planète — ★.	Nombre de compar.	Observ.
			m s	′ ″		
Sept. 23....	a W_1 n° 230, 23^h	9	+1.19,56	−8.58,5	16.16	R.
23....	a »	»	+1.18,77	−9. 8,3	10:10	S.
24....	b W_1 n° 295, 23^h	9	−2.46,55	−0. 5,4	10:10	R.
24....	b »	»	−2.47,54	−0.16,8	10:10	S.

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles.	Ascension droite moyenne pour 1887,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne pour 1887,0.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″	
a......	23.13. 9,61	+2,68	−7.20. 3,9	+18,3	W_1
b......	23.16.35,90	+2,69	−7.35.18,5	+18,3	W_1

Positions apparentes de la planète.

Dates 1887.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Sept. 23.......	10.50.56	23.14.31,85	$\bar{2},458_n$	−7.28.43,9	0,789
23.......	11.21.29	23.14.31,06	$\bar{2},546$	−7.28.53,7	0,789
24.......	9.44.26	23.13.52,04	$\bar{1},200_n$	−7.35. 5,6	0,787
24.......	10.21.53	23.13.51,05	$\bar{2},918_n$	−7.35.17,0	0,789

ASTRONOMIE. — *Positions apparentes de la comète d'Olbers (☄ Brooks, 24 août 1887), mesurées à l'équatorial de 8 pouces de l'observatoire de Besançon.* Note de M. **Gruey**, présentée par M. M. Lœwy.

Dates. 1887.		Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Ascension droite. ☄ — ★.	Distance polaire. ☄ — ★.	Nombre de comp.	Observ.
				m s	′ ″		
Sept. 14...	*a*	Weisse$_2$, 10 H, 56.	9	+0.23,00	−3. 0,7	15:14	G.
15...	*b*	Weisse$_2$, 10 H, 183.	9	−0.23,75	+1.15,6	9:12	G.
15...	*b*	id.	»	−0.15,36	+1.21,9	9:12	G.
16...	*c*	$\frac{1}{2}$ Argelander, VI + 30°, 1999.	9,5	+1.17,11	−2. 0,5	15:15	G.
17...	*d*	Argelander, VI + 29°, 2040.	9,3	+3.22,64	−9.12,5	9:12	G.
21...	*e*	Weisse$_2$, 10 H, 706, 707.	8,9	+3.32,35	−4.18,1	15:20	G.
22...	*f*	$\frac{1}{2}$ Argelander, VI + 29°, 2088.	9,4	+4.59,82	−7.23,7	12:16	G.
26...	*g*	Argelander, VI + 28°, 1970.	9,4	+2.24,94	−1.49,4	18:20	H.
30...	*h*	Weisse$_2$, 11 H, 505.	9	−3.59,97	−8.16,2	15:18	H.
Oct. 1...	*h*	id.	»	+0.58,19	+4.55,3	12:15	H.

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles.	Ascension droite moyenne pour 1887,0.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne pour 1887,0.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″	
a.....	10. 5.23,81	+0,05	59.58. 7,4	+7,5	Weisse$_2$.
b.....	10.10.59,02	+0,04	59.57. 8,5	+7,4	Id.
c.....	10.14.16,34	+0,05	60. 4.19,5	+7,5	Argelander, VI.
d.....	10.17. 8,13	+0,06	60.16.12,8	+7,5	Id.
e.....	10.36.38,69	+0,04	60.36.11,3	+7,2	Weisse$_2$.
f.....	10.40.15,74	+0,05	60.46.25,0	+7,2	Argelander, VI.
g.....	11. 2.41,84	+0,03	61.17.31,1	+6,8	Id.
h.....	11.28.56,25	0,00	62.10.14,0	+6,0	Weisse$_2$.
h.....	11.28.56,25	0,01	62.10.14,0	+6,2	Id.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1887.	Temps moyen de Besançon.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Sept. 14.....	16. 3.50	10. 5.46,86	$\bar{1},663_n$	59.55.14,2	$0,775_n$
15.....	15.46.29	10.10.35,31	$\bar{1},657_n$	59.58.31,5	$0,792_n$
15.....	16.27.19	10.10.43,70	$\bar{1},666_n$	59.58.37,8	$0,752_n$
16.....	16. 7.56	10.15.33,50	$\bar{1},663_n$	60. 2.26,5	$0,773_n$

Dates 1887.	Temps moyen de Besançon.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Sept. 17.....	16.26.14	10.20.30,83	$\bar{1},666_n$	60. 7. 7,8	$0,751_n$
21.....	16. 0. 5	10.40.11,08	$\bar{1},656_n$	60.32. 0,4	$0,785_n$
22.....	16.32.54	10.45.15,61	$\bar{1},664_n$	60.39. 8,5	$0,757_n$
26.....	16.28.41	11. 5. 6,81	$\bar{1},660_n$	61.15.48,5	$0,766_n$
30.....	16.31.23	11.24.56,28	$\bar{1},656_n$	62. 2. 3,8	$0,771_n$
Oct. 1.....	16.44.33	11.29.54,45	$\bar{1},657_n$	61.15.15,5	$0,759_n$

» *Remarque.* — Les lettres G et H désignent comme observateurs MM. Gruey et Hérique. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Nouvelle éruption solaire.* Note de M. **E.-L. Trouvelot.**

« Les paroxysmes de l'activité solaire, manifestés par des éruptions violentes de gaz incandescents et de vapeurs métalliques telles que celles des 26 juin et 16 août 1885, que j'ai eu l'honneur de faire connaître à l'Académie, sont des phénomènes assez rares et peu connus, qui méritent d'être signalés.

» Le 24 juin dernier, à $9^h 34^m$, je rencontrai une protubérance d'une grandeur et d'un éclat inusités, à 267°, sur le bord occidental du Soleil. Cet objet était comme suspendu au-dessus du limbe, dont il paraissait complètement détaché; il en était séparé par un intervalle mesurant près d'une minute d'arc. Sa forme était celle d'un rhombe; il était assez fortement incliné vers le pôle sud de l'astre, occupant environ 8° du limbe. Sa partie inférieure, beaucoup plus brillante que sa partie supérieure, se terminait vers sa base par plusieurs pointes aiguës, d'un éclat éblouissant et d'une grande netteté. La structure de cette protubérance était fort compliquée; à l'heure ci-dessus indiquée, elle avait 4′26″ d'élévation. Son éclat était tel que ses moindres détails de structure étaient parfaitement visibles, quand la fente du spectroscope était assez entr'ouverte pour l'admettre en entier entre ses mâchoires.

» Cet objet avait un mouvement ascensionnel assez rapide; en même temps, il s'avançait aussi sur la ligne du rayon visuel, mais par place seulement, comme l'indiquait la déviation de la raie C sur plusieurs points, vers la partie la moins réfrangible du spectre. A $9^h 37^m$, son sommet atteignait une hauteur de 5′42″; à $7^h 38^m$, il avait 6′20″ d'élévation.

» Comme cela s'observe habituellement, à mesure que la protubérance s'élevait dans l'atmosphère solaire, son éclat diminuait avec rapidité, et, bien qu'après $9^h 38^m$ elle continuât visiblement encore à s'élever, il était devenu impossible de mesurer sa hauteur, tellement sa partie supérieure émettait peu de lumière. La partie inférieure diminuait aussi d'éclat, mais avec plus de lenteur; à $9^h 45^m$, elle était encore assez brillante pour être mesurée, quand la partie supérieure était disparue entièrement. A $9^h 51^m$, le phénomène avait complètement disparu, et l'on ne voyait plus aucune trace de cette brillante éruption.

» Comme on l'a vu, au commencement de l'observation, cette protubérance paraissait complètement libre et isolée de la chromosphère. Cependant, à mesure que diminuait son éclat, les pointes aiguës et brillantes qui formaient sa base semblaient s'allonger et descendre vers l'astre, comme si elles eussent été continuées jusqu'à sa surface par des colonnes gazeuses jusqu'alors invisibles, s'allumant graduellement du haut vers le bas. A $9^h 37^m$, ces nouveaux appendices lumineux arrivaient en contact apparent avec le bord solaire.

» La région d'où émanait la force qui avait envoyé cette masse incandescente dans les hauteurs solaires reposait évidemment sur le disque invisible, et au delà du limbe, comme l'attestait le bord de la chromosphère qui n'était nullement entaillé par la protubérance et se dessinait nettement devant elle. Cette région correspondait, par sa position, avec une petite tache solaire, entourée de facules, qui avait traversé le limbe et était disparue la veille.

» L'observation de ce phénomène suggère quelques questions intéressantes. En effet, on peut se demander si, au commencement de l'observation, et quand cette protubérance était si brillante et paraissait si bien isolée de la surface solaire, elle était réellement libre, ou bien si elle était en communication avec le Soleil par des gaz invisibles et non lumineux. On peut également concevoir que cet objet était séparé de la surface, et que la communication soit venue plus tard s'établir, au moyen de vapeurs lumineuses descendant de la protubérance vers l'astre. Cependant, d'après ce que nos observations antérieures nous ont appris, il nous semble plus probable qu'une communication invisible existait entre la protubérance et le Soleil, dès le commencement de l'éruption. En effet, les pointes aiguës qui formaient la partie inférieure de l'objet restèrent parfaitement en place et ne descendirent pas vers l'astre; c'est seulement la lumière qui en descendit. Du reste, nous avons maintes fois constaté des phénomènes de

même ordre : des protubérances éteintes, se rallumant soit du haut vers le bas, soit dans le sens opposé, et réapparaissant sous une forme identique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide carbonique sur quelques alcalis.* Note de M. A. DITTE, présentée par M. Debray.

« On n'a obtenu jusqu'à présent aucune combinaison de l'acide carbonique avec les bases de la série aromatique; si l'on fait passer un courant de ce gaz dans de l'*aniline,* par exemple, celle-ci n'en retient pas trace; vient-on à mélanger des dissolutions d'un sel d'aniline et d'un carbonate ou d'un bicarbonate alcalins, le résultat est également négatif; il y a bien double décomposition, mais l'acide carbonique se dégage avec une vive effervescence, tandis que la base se rassemble en couche huileuse à la surface de la liqueur.

» Les choses ne se passent plus de même quand on opère sous pression : introduisons dans le tube ordinaire de l'appareil de M. Cailletet de l'acide carbonique sec et quelques gouttes d'aniline, puis comprimons doucement, le mélange étant à la température ambiante; on aperçoit d'abord la couche d'aniline surnager le mercure, puis, à mesure que la pression augmente, cette couche s'accroît, elle aussi, de longueur, et quand la pression est de 50^{atm} le volume de l'aniline a doublé à peu près; on voit nager à sa surface une couche limpide d'acide carbonique qui disparaît dès que la tension diminue; il bout en effet à 15° sous la pression d'environ 40^{atm}.

» Si l'on refroidit vers $+8^{\circ}$ à $+10^{\circ}$ le liquide comprimé, on y voit apparaître des cristaux, qui se forment d'autant mieux que la température est plus basse; ce sont de petites aiguilles transparentes et brillantes groupées en houppes blanches hémisphériques; la cristallisation continue lentement et finit par devenir complète, la masse liquide se solidifie, et il ne reste au sommet du tube qu'une couche transparente d'acide carbonique plus ou moins importante suivant que le gaz était, par rapport à la quantité d'aniline, en excès plus ou moins considérable. Si l'acide et la base ont été introduits en proportions équivalentes, tout se solidifie, les cristaux adhèrent aux parois du tube, et il ne reste aucun résidu liquide ou gazeux. Aucun doute n'est possible sur la composition du produit qui a pris naissance : il est formé par l'union d'équivalents égaux d'aniline et d'acide carbonique. Si l'acide est en excès, il reste sous la forme d'une couche limpide à la surface des cristaux; ceux-ci ne l'absorbent pas, même à zéro; il ne semble

donc pas que, dans ces conditions, l'aniline puisse se combiner avec plus de 1 équivalent d'acide carbonique.

» Si la base est en excès, la marche de l'opération est un peu différente : à 15° par exemple, quand on augmente la pression, on observe tout d'abord la formation d'une colonne d'aniline surmontée d'une couche d'acide carbonique liquéfié ; le mélange des deux liquides ne se fait pas immédiatement ; l'acide dont la densité est 0,947 à 0° et moindre à 15° reste superposé en partie à la base dont la densité est 1,02 ; mais, en faisant mouvoir le mercure dans le tube par des compressions et des détentes faibles et brusques, l'acide carbonique ne tarde pas à disparaître. Les deux liquides superposés se combinent du reste lentement, si on ne les agite pas ; au bout de quelques heures de contact à 18°, sous la pression de 30^{atm}, on n'a plus qu'un liquide homogène ; et si, à ce moment, on abaisse la température au voisinage de + 8°, la cristallisation commence ; le composé dissous dans l'excès d'aniline s'en sépare en cristaux petits, mais très nets.

» L'acide carbonique et l'aniline s'unissent donc à équivalents égaux en donnant un carbonate cristallisé au-dessous de + 8°, liquide, ou tout au moins en surfusion persistante au-dessus de 10° ; ce carbonate, soluble dans l'aniline, ne dissout pas l'acide carbonique : il se dissocie quand la pression s'abaisse. S'il est liquide, des bulles gazeuses partent de tous les points de la masse ; s'il est en cristaux, ceux-ci bouillonnent et se détruisent, lentement du reste, même quand on abaisse la pression jusqu'à n'être plus que celle de l'atmosphère.

» En enveloppant le tube d'un manchon rempli d'eau à température constante, on peut déterminer : 1° la pression à laquelle l'acide carbonique commence à se dégager soit des cristaux, soit du liquide ; 2° la pression à laquelle ce dégagement cesse d'avoir lieu ; les deux pressions ainsi obtenues devraient être identiques et mesureraient la tension de dissociation du carbonate à la température considérée. Pratiquement, la température du contenu du tube est difficile à déterminer avec exactitude et les pressions mesurées diffèrent toujours entre elles quelque peu. Cependant les nombres ci-dessous, qui ne sont qu'approchés, peuvent donner une idée de la manière dont le carbonate d'aniline se dissocie :

Température.	Pression en atmosphères.
°	atm
0	6
2	9
5	17
7	28

» On n'arrive pas à produire le carbonate en faisant passer un courant d'acide carbonique sous la pression atmosphérique dans de l'aniline refroidie; la cristallisation n'a lieu que vers — 8°, température à laquelle c'est l'aniline pure qui se solidifie.

» L'*orthotoluidine* se comporte comme l'aniline : introduite avec de l'acide carbonique dans le tube de l'appareil de compression, elle donne lieu aussi à la formation d'un carbonate constitué par l'union d'équivalents égaux d'acide et de base. Ce composé cristallise en aiguilles blanches et brillantes, qui se dissocient quand on diminue la pression de l'atmosphère d'acide carbonique qui les environne.

» La *xylidine* (α-métaxylidine) se conduit comme les précédentes, en ce sens qu'elle absorbe l'acide carbonique avec lequel on la comprime; si l'acide est en excès, il en reste une couche limpide surnageant la colonne liquide homogène renfermant de la xylidine et de l'acide carbonique.

» Si la base est en excès, on obtient, quand on comprime, une colonne de xylidine surmontée d'une couche d'acide carbonique liquide qui, à la température ordinaire et sous la pression de 60^{atm}, ne tarde pas à disparaître entièrement. En diminuant lentement la pression, on voit des bulles de gaz se dégager du milieu du liquide quand on atteint environ 25^{atm}, et ce dégagement cesse si l'on comprime de nouveau; on voit alors apparaître à la surface du liquide une mince couche d'acide carbonique qui se dissout peu à peu et la masse redevient homogène; mais je n'ai pu obtenir de cristaux, même en la refroidissant à — 12°, et il n'est pas possible de décider par ce moyen si l'on est en présence d'une combinaison des deux corps ou d'une simple dissolution réciproque des deux liquides.

» Les bases *pyridiques* ne se comportent pas de même. Si l'on comprime dans le tube un mélange de *pyridine* et d'acide carbonique, ce dernier se liquéfie; les deux liquides restent superposés, mais sans se dissoudre. A la température de — 10°, sous la pression de 50^{atm} à 60^{atm}, il ne se forme pas trace de cristaux; lorsque la pression diminue, l'acide carbonique se met à bouillir, mais il ne se dégage pas de bulles du milieu de la pyridine; on peut donc admettre que les deux corps mis en présence ne sont pas susceptibles de se combiner dans ces conditions. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle source d'acide caprique.* Note de MM. **A.** et **P. Buisine**, présentée par M. Friedel.

« L'acide caprique est un acide rare et qu'on obtient toujours en très petite quantité, ce qui fait que son étude est encore fort incomplète.

Nous croyons qu'il n'est pas sans intérêt de signaler une source importante de cet acide : on en trouve en effet une notable quantité dans les eaux de désuintage des laines.

» Lorsque ces eaux sont additionnées d'acide en petit excès, on en sépare une matière grasse complexe, mélange d'acides gras existant dans l'eau à l'état de savons de potasse et de principes gras neutres tenus en émulsion dans le liquide. Cette graisse est la matière première dont nous extrayons l'acide caprique, elle en fournit environ 5 pour 100 de son poids.

» L'acide caprique n'existe pas tout formé dans les eaux de suint. Si, en effet, on considère la graisse des eaux tout à fait fraîches, on n'en retire que des traces; au contraire, si l'on opère sur la graisse extraite des eaux vieilles, c'est-à-dire ayant subi la fermentation (¹), on y trouve la quantité que nous venons d'indiquer. D'ailleurs, sous l'influence de cette fermentation, on constate dans l'eau une augmentation de la quantité de matière grasse. Cette augmentation est bien due à l'action des microbes, car on ne l'observe pas dans les eaux stérilisées. Voici, comme exemple, quelques résultats :

	Par litre d'eau. — Eau		
	fraîche.	vieille de huit jours.	stérilisée, vieille de vingt jours.
Matière grasse totale.....	$28^{gr},46$	$31^{gr},56$	$28^{gr},70$

» La matière grasse qui prend naissance dans ces conditions, et qui constitue l'augmentation, est formée surtout d'acide caprique, mélangé à une petite quantité des acides voisins.

» Ainsi donc, l'acide caprique ne préexiste pas dans les eaux de suint et résulte, comme les acides gras volatils dont nous avons signalé la présence dans ces eaux, de la décomposition par les microbes de composés plus complexes de la sécrétion sudorique. Ce fait de la formation d'un acide gras proprement dit par les microbes présente un certain intérêt en ce sens que, jusqu'à présent, on ne sait rien sur le mode de génération des matières grasses. Pour extraire cet acide et l'obtenir à l'état de pureté, voici comment il convient d'opérer.

» L'eau de suint, vieille de huit jours environ, étant saturée par un petit

(¹) *Bulletin de la Société chimique de Paris,* t. XLVI, p. 497; 1886.

excès d'acide sulfurique, on chauffe légèrement de façon à rassembler la matière grasse qui est séparée, lavée plusieurs fois à l'eau froide pour enlever l'excès d'acide, puis épurée par dissolution dans l'éther; la solution éthérée est filtrée, puis distillée.

» La graisse brute ainsi obtenue, brune, filante et d'une odeur forte, est lavée cinq à six fois à l'eau bouillante, où l'acide caprique est un peu soluble. On décante à l'ébullition et l'on filtre la solution aqueuse sur un filtre mouillé pour séparer des gouttelettes d'huile en suspension. Le liquide filtré, fort acide, d'une couleur jaune pâle, est saturé par du carbonate de soude et la solution ramenée à un petit volume. On filtre pour séparer un peu de graisse qui s'est rassemblée, et l'on épuise la liqueur à l'éther pour enlever la matière grasse en émulsion.

» La solution claire du savon est alors décomposée par l'acide sulfurique; les acides gras se séparent et on les enlève par agitation avec de l'éther.

» L'huile brune, obtenue par distillation de l'éther, est chauffée avec de l'eau dans un courant de vapeur d'eau pour éliminer une trace d'acides volatils qu'elle retient.

» Le produit ainsi traité est mis en contact avec de l'eau; on chauffe, puis on ajoute de la baryte jusqu'à réaction franchement alcaline. Toute la matière grasse entre en dissolution; il se sépare seulement une petite quantité d'un sel de baryum insoluble dans l'eau, provenant surtout d'un peu d'acide oléique entraîné en solution dans l'huile brute. On laisse refroidir et l'on filtre. On précipite l'excès de baryte par un courant d'acide carbonique, puis on ramène la liqueur à un petit volume. On obtient comme résidu un sel de baryum très soluble, qui forme un sirop épais.

» Ce sel est traité par l'alcool bouillant; il s'y dissout complètement. La solution alcoolique, abandonnée au refroidissement, fournit un léger dépôt qu'on sépare. C'est de l'œnanthylate de baryum presque pur : il renferme 35,24 pour 100 de Ba; le calcul indique pour l'œnanthylate de baryum 34,68. La solution alcoolique distillée laisse comme résidu un sel de baryum très soluble qui est repris par l'eau et décomposé par l'acide sulfurique. On sépare les acides gras mis en liberté par agitation avec de l'éther. Par distillation du dissolvant on obtient ces acides qui forment une huile épaisse, incristallisable, plus lourde que l'eau. C'est qu'en effet l'acide caprique ainsi obtenu, malgré les traitements précédents, renferme une petite quantité d'acides étrangers qui empêchent sa cristallisation.

» Pour l'obtenir tout à fait pur, on traite cette huile à plusieurs reprises

par l'eau bouillante. On décante la solution aqueuse très acide, qu'on filtre sur papier mouillé. On sépare ainsi tout l'acide caprique et on laisse insoluble les dernières impuretés. Les eaux de lavage sont saturées par du carbonate de soude, ramenées à un petit volume et la solution décomposée par l'acide sulfurique. L'acide qui se sépare est enlevé par agitation avec de l'éther. Par distillation de la solution éthérée, on obtient une huile d'un jaune pâle qui, par refroidissement, se prend en une masse butyreuse, cristalline, qui possède une forte odeur de beurre rance.

» Cet acide fond à 31°; il est soluble dans l'éther, l'alcool, un peu dans l'eau bouillante d'où il se dépose par refroidissement en belles aiguilles blanches. Son sel de baryum renferme 28,50 pour 100 de Ba (calculé pour le caprate de baryum, 28,60 pour 100 de Ba). C'est donc de l'acide caprique pur dont nous nous proposons de poursuivre l'étude. »

CHIMIE AGRICOLE. — *De la saccharification directe, par les acides, de l'amidon contenu dans les cellules végétales; extraction du glucose formé par la diffusion.* Note de MM. **Bondonneau** et **Foret**, présentée par M. Berthelot.

« La saccharification des végétaux amylacés, par les acides, n'a jamais pu être réalisée, d'une manière absolue, que par une division complète de la matière première, soit par une opération mécanique préalable, la mouture, soit pendant la durée de la saccharification elle-même, sous l'influence d'un barbotage énergique de vapeur ou d'un malaxeur déchirant les cellules végétales au fur et à mesure de leur pénétration par l'eau acidulée.

» Quel que soit le moyen employé, le résultat est le même; la matière obtenue est constituée par une masse semi-fluide, composée d'une partie liquide renfermant tous les produits solubles des végétaux, et d'une autre partie insoluble, maintenue en suspension dans la première, formée par les enveloppes cellulaires déchirées.

» La saccharification complète de la matière amylacée exige de grandes quantités d'acide, lequel, agissant en même temps sur les enveloppes cellulaires, les transforme en produits ulmiques partiellement solubles, qui suivent la solution glucosée dans les autres phases de la fabrication, en y exerçant une influence plus ou moins néfaste. La séparation de ces deux parties, liquide et solide, présente de grandes difficultés, la dernière ne possédant comme engrais qu'une valeur relativement faible.

» Nous avons donc cherché un nouveau procédé de saccharification, permettant de séparer avec une grande facilité l'amidon à l'état soluble de ses enveloppes cellulaires. L'examen de la formation de l'amidon dans les

végétaux nous a conduits au procédé de saccharification qui fait le sujet de cette Note. En effet, la plante absorbe l'acide carbonique de l'air, le condense dans sa sève en le transformant par l'action vitale en d'autres produits solubles, lesquels, amenés par le mouvement de circulation dans la cellule du grain ou du tubercule, deviennent fixes, étant transformés en substance amylacée par une dernière fonction vitale.

» Nous devrions donc supposer que, s'il était possible de faire pénétrer et mettre en contact l'acide saccharifiant et l'amidon, par ces mêmes canaux qui ont amené les produits constitutifs de la matière amylacée, cette dernière se transformerait, sur place, en produits solubles, amidon soluble, dextrines et glucose faciles à extraire par un simple lavage : c'est ce que l'expérience a pleinement confirmé.

» Si l'on maintient dans de l'eau acidulée, de 1 à 2 pour 100, chauffée à 90°-100°, on voit peu à peu, et progressivement, l'eau acidulée pénétrer le végétal, saccharifier, sous l'influence de la température, l'amidon dans la cellule même qui le renferme, les produits de la saccharification se diffusant dans le liquide environnant, au fur et à mesure de leur formation, sans détruire en quoi que ce soit le système vasculaire de ce végétal; celui-ci ne subit aucune transformation apparente, il garde intégralement sa forme primitive, et cependant l'analyse du liquide indique constamment une augmentation de richesse saccharine; lorsque celle-ci devient constante, la saccharification de l'amidon est complète, la séparation des produits solubles, dextrines, glucose, sucre, albumine, acide, etc., est opérée avec une extrême facilité par la diffusion; la richesse saccharine correspond exactement à la teneur en amidon et sucre du végétal.

» L'analyse de la partie insoluble ou pulpe indique que tout l'amidon est remplacé par de l'eau, que la quantité de matières azotées non attaquables par l'eau faiblement acidulée est restée enfermée dans la cellule qui la contenait, ainsi que la totalité des matières grasses ou huileuses, qui n'ont subi aucune altération.

Analyse de pulpe de maïs.

Amidon	»
Eau	79,15
Cendres (PhO^5, 0,15)	1,22
Matières azotées (Az, 1,31)	8,38
Huile	5,48
Cellulose et pertes	5,77
	100,00

» La composition de ces pulpes indique, par leur teneur en principes nutritifs de grande valeur, qu'elles sont éminemment propres à l'alimentation du bétail, chevaux, bœufs, porcs, volailles, tous ces animaux étant très friands de cette nourriture.

» Par des appareils nouveaux, nous avons réalisé l'application industrielle de ce procédé de saccharification, nous permettant de traiter 5000^{kg} de végétaux amylacés en une seule opération, en donnant à l'industrie tout le glucose qu'elle peut retirer de ces plantes, immédiatement séparé des tissus cellulaires non altérés, ceux-ci constituant une nourriture de premier choix pour l'élevage. »

ZOOLOGIE. — *Les rayons tactiles des Bathypteroïs* Günther. Note de M. **Léon Vaillant**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« On connaît depuis longtemps chez les Poissons des appareils spéciaux du toucher, résultant de certaines modifications dans les rayons des nageoires, et la faune marine en a, dans ces derniers temps, multiplié les exemples. Toutefois, chez les *Bathypteroïs*, animaux que nous avons pris à bord du *Talisman*, dans des dragages effectués par 800^{m} à 2000^{m}, ces organes atteignent un degré de perfection tout à fait inusité. Ce sont ici les nageoires paires qui présentent cette disposition spéciale et donnent à ce Poisson sa physionomie particulière.

» Les pectorales, en premier lieu, sont divisées chacune en deux portions : l'inférieure, qui représente la pectorale proprement dite, est composée de rayons nombreux, simples, libres, un peu rigides; leur dimension atteint, au plus, le cinquième de la longueur du corps. La portion supérieure est quelque peu éloignée de la précédente et ne comprend que deux rayons : l'un, à peine visible, est inférieur dans la position anatomique, c'est-à-dire la nageoire ramenée en arrière; l'autre, excessivement long (dans cette même position, il dépasse souvent la caudale), est composé de deux tiges superposées, unies par du tissu conjonctif, sauf à l'extrémité libre où ces tiges se séparent, en sorte que l'ensemble figure un filament grêle, bifide à sa terminaison.

» La portion du squelette qui sert de base à cette nageoire est construite sur le type habituel, sauf certaines modifications de détail. On reconnaît d'abord la chaîne formée par le sur-scapulaire, le scapulaire, l'huméral, ne différant pas sensiblement de ce qu'elle est chez d'autres Poissons, la Perche par exemple. Cet ensemble supporte une large plaque

scléreuse, présentant des sortes d'écailles, dans lesquelles on peut retrouver les pièces ordinairement décrites; ainsi en haut se voit une écaille perforée, discoïde, très évidemment analogue au radial : elle s'articule avec la partie supérieure de l'huméral. Également articulé avec celui-ci, mais vers sa partie inférieure, existe une seconde écaille en quadrilatère, qu'on doit assimiler au cubital. En arrière de ces deux os se place enfin une chaîne de trois osselets écailleux superposés; l'inférieur, le plus développé, est juxtaposé au cubital, auquel il ressemble par sa forme en carré régulier et son aspect : le moyen est moins grand, et le troisième, triangulaire, le plus petit de tous, s'articule avec le radial; ces trois osselets représentent, sans aucun doute, le carpe. Ces parties composantes de l'appareil scapulo-brachial sont très écartées, en sorte qu'un espace reste libre entre le radial en haut, le cubital en bas, l'huméral en avant, les osselets carpiens en arrière; il est comblé par une lame scléro-fibreuse, qui les unit solidement. Les deux osselets carpiens inférieurs supportent les rayons de la pectorale proprement dite, le troisième est libre et la portion supérieure de la nageoire s'articule au-dessus directement avec le radial sans interposition d'os du carpe. Ce mode d'articulation rappelle, on le remarquera, ce qui a été signalé par Cuvier sur la Perche, où les deux rayons supérieurs affectent le même rapport, bien que chez ce poisson la nageoire pectorale soit unique et sans division apparente extérieurement.

» L'articulation du long rayon supérieur avec le radial se fait par une double cupule, répondant à chacune des deux tiges qui le composent; elles sont nettement sur des plans différents en vue de permettre la flexion de l'organe suivant le mécanisme si bien étudié sur le Trigle par Deslonchamps. Cette flexion est encore favorisée ici par la structure différente des deux tiges dans la partie basilaire du rayon : l'une est simple, d'une seule pièce, l'autre est composée d'une série d'articles placés bout à bout, susceptibles de s'écarter ou de se rapprocher dans le sens de la longueur et, par conséquent, d'exercer sur la tige conjointe une traction, qui force celle-ci à se courber plus ou moins fortement en arc suivant que le raccourcissement est plus ou moins prononcé. Cette disposition se retrouve, quoiqu'à un moindre degré, chez le Trigle, mais paraît avoir échappé à l'auteur précité. Ce long rayon, il est facile de s'en assurer sur le frais, se trouve, dans ce qu'on pourrait appeler la position physiologique, dirigé en avant, dépassant de beaucoup le museau, mobile en tous sens et formant, avec son congénère, deux sortes de longs tentacules avec lesquels le *Bathypteroïs* peut palper les objets qui l'avoisinent.

» Les nageoires ventrales sont disposées pour concourir au même but. Les deux rayons externes de chacune d'elles se développent notablement, leur dimension variant du tiers au quart de la longueur du corps; ils sont aplatis de haut en bas, élargis suivant le plan de la nageoire et conservent à très peu près les mêmes dimensions de la base à l'extrémité. Au premier abord, chacun de ces organes, divisé en articles distincts, placés bout à bout, paraît simple, c'est-à-dire non branchu, mais, en y regardant de plus près, on voit qu'il est divisé en deux suivant le sens de l'aplatissement; les parties toutefois sont intimement jointes, sauf à l'extrémité où elles se séparent et semblent constituer une sorte de pince, dont la fonction spéciale pour le toucher paraît d'autant plus incontestable qu'on trouve en ce point des bâtonnets, en fuseaux très allongés de $1^{mm},041$ sur $0^{mm},017$, comparables aux organes que M. Jobert a fait connaître sous le nom d'*aiguilles ostéoïdes* dans les rayons tactiles du Trigle. La composition de ces organes est tout à fait exceptionnelle; car, si les rayons des nageoires paires sont habituellement formés de deux tiges juxtaposées, celles-ci sont placées côte à côte suivant le plan de la nageoire, tandis qu'ici elles sont superposées.

» Dans cette espèce et chez le *Dicrolene introniger*, sur lesquels j'ai pu étudier la composition de l'encéphale, on observe, sur les côtés du quatrième ventricule, à l'origine de la moelle allongée, des renflements comparables aux renflements analogues signalés depuis longtemps chez le Trigle, ce qui vient à l'appui de l'idée, que le développement de ces parties est en rapport avec celui des organes tactiles spéciaux dérivés des nageoires chez ces différents poissons. »

EMBRYOGÉNIE. — *Sur la structure et le développement de l'œuf et de son follicule chez les Chitonides*. Note de M. **P. Garnault**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« L'ovogénèse des Chitonides, qui, dans ces derniers temps, a fait l'objet de travaux de MM. Jhering et Sabatier, a montré des particularités fort remarquables et d'une interprétation difficile. L'étude que j'ai faite de l'évolution de l'œuf, chez les *Chiton cinereus* et *fascicularis* ([1]), m'a conduit à des résultats fort différents de ceux des savants que je viens de citer.

([1]) Le premier m'a été envoyé d'Arcachon par M. Durègne; le second m'a été envoyé de Roscoff par M. de Lacaze-Duthiers.

» Pour M. Sabatier, chez les Chitonides, comme chez les Ascidies et même dans le règne animal tout entier, l'ovule suivrait dans son évolution une même loi générale, qui se vérifierait dans la spermatogénèse. Le savant professeur de Montpellier admet que, chez les Chitons, l'œuf se forme aux dépens des cellules conjonctives de la paroi de l'ovaire, qui, en grossissant, soulèvent le feutrage conjonctif qui les entoure. Les œufs seraient donc revêtus d'une membrane anhiste, que viennent soulever des noyaux nés dans l'intérieur de leur protoplasma et se portant ensuite à leur périphérie.

» En faisant des coupes, on peut reconnaître que les œufs naissent aux dépens d'un épithélium germinatif; que le follicule n'est pas anhiste, mais constitué dès les premiers instants par des cellules sœurs de l'œuf, c'est-à-dire des cellules de l'épithélium germinatif qui l'entourent immédiatement. Les imprégnations au nitrate d'argent décèlent, à la surface des œufs de tout âge, des champs polygonaux, correspondant à chacun des noyaux contenus dans la membrane péri-ovulaire, et indiquent nettement la présence de cellules. Sur ces préparations on voit très bien les cellules folliculaires, qui entourent le pédicule de l'œuf, se continuer avec les cellules de l'épithélium ovarien.

» M. Sabatier a signalé, dans le protoplasma de l'ovule, encore jeune, des corpuscules colorables par les réactifs de la chromatine, et qui, d'après lui, se porteraient à la périphérie du vitellus pour former, avec une portion du protoplasma de l'œuf entraîné, les cellules de revêtement. Ces corpuscules existent bien en effet, mais ils n'ont des éléments nucléaires que la colorabilité; ils disparaissent, bien avant la maturité de l'œuf, ne se portent point à la périphérie pour y former des cellules qui y existent déjà, et ne prennent, par conséquent, aucune part à la formation de la membrane folliculaire. Ils doivent être considérés comme des enclaves intra-vitellines, de nature albuminoïde, qui, comme on le sait, sont colorables par les meilleurs réactifs de la chromatine.

» L'œuf pédiculé devient le siège de phénomènes qui ont échappé à MM. Jhering et Sabatier. Il se produit, à sa surface et en regard de chacune des cellules folliculaires, des saillies du vitellus, très développées chez le *Chiton cinereus*, moins saillantes chez le *fascicularis*. Au sommet de chaque expansion vitelline, se voit le noyau de la cellule folliculaire correspondante. Bientôt les expansions vitellines se rétractent, entraînant avec elles la région de la cellule folliculaire qui contient le noyau et qui seule adhère au vitellus. Les cellules folliculaires, primitivement disten-

dues et ensuite partiellement invaginées, reposent comme un bonnet carré sur la surface de l'œuf, qui est devenu alors parfaitement sphérique.

» Le pédicule vitellin s'est rétracté, et l'œuf ne tient plus à l'ovaire que par un pédicule membraneux, qui se rompra bientôt, et auquel correspond l'orifice micropylaire. La membrane folliculaire s'est épaissie et affaissée, et se présente dans l'œuf adulte, surtout celui du *Chiton cinereus*, avec un aspect fort difficile à interpréter, si l'on n'a pas suivi toutes les phases de l'évolution. L'enveloppe folliculaire ne mérite donc, en aucune façon, les noms de *coque* ou de *chorion* qui lui ont été donnés et, malgré son changement d'aspect, elle doit conserver son véritable nom.

» La membrane anhiste qui, d'après M. Sabatier, se produirait à la fin de l'évolution de l'œuf, et qui serait sans relation d'origine avec la première membrane anhiste décrite par lui, n'existe pas. L'affirmation de M. Sabatier est due à une erreur d'observation, qui tient surtout à ce qu'il n'a pas suivi toutes les phases de l'évolution de la membrane folliculaire.

» Chez le *Chiton fascicularis* et le *Chiton cinereus*, les phénomènes sont absolument comparables. »

GÉOLOGIE. — *Examen de quelques échantillons géologiques, provenant de la baie de Lobito* (*Angola*). Note de M. **Stanislas Meunier**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« M. le professeur Milne-Edwards a bien voulu me communiquer, pour les étudier, des échantillons de calcaire fossilifère qu'il venait de recevoir de M. Cavelier de Cuverville, capitaine de vaisseau, ex-commandant de la division navale de l'Atlantique sud. Ces échantillons, d'ailleurs peu nombreux, proviennent de la falaise nord de la baie de Lobito, à petite distance de Saint-Philippe de Benguela (Angola), côte occidentale d'Afrique, par 11° 15′ 30″ de longitude est de Paris et 12° 20′ de latitude sud. C'est une région très peu fréquentée et sur laquelle on n'a encore que très peu de renseignements géologiques. Ce que nous en savons de plus précis est contenu dans un important Mémoire de M. le Dr Ladislas Szajnocha, de l'Université de Cracovie, intitulé : *Zur Kenntniss der mittelcretacischen Cephalopodenfauna der Inseln Elobi an der Westküste Afrika's* (1).

(1) *Denskschriften der Mathematisch-Naturwissenchaftlichen Classe der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften*, t. XLIX, p. 231. Wien, 1884.

» Les échantillons de M. de Cuverville présentent surtout des Ammonites et, en particulier, des spécimens de plusieurs tailles du *Schlœnbachia inflata* Sow (sp.) : les uns, de 48^{mm} de diamètre environ, très réguliers et non déformés, rappellent les fossiles qu'on recueille au Havre et dans maintes localités d'Europe; les autres, réduits à des fragments aplatis d'individus beaucoup plus grands (de $0^m,20$ au moins de diamètre), sont identiques à la variété publiée par M. Szajnocha, comme provenant de l'île Elobi.

» A côté, se montre une Ammonite tout à fait différente de la première et qu'on doit regarder comme très voisine de celle que Stolizcka, dans son grand ouvrage ([1]), a représentée (Pl. LXXV, *fig.* 1), et qu'il appelle *Desmoceras involutus*. Nous proposons de l'inscrire dans les Catalogues sous le nom de *D. Cuvervillei*. C'est une coquille de $0^m,07$ environ de diamètre, régulièrement arrondie, dont nous nous réservons de donner ailleurs la description complète.

» Un autre Céphalopode abonde dans les calcaires de Lobito : c'est *Hamites virgulatus* Brongt., parfaitement identique avec les échantillons européens.

» Enfin, on doit mentionner la présence des Gastropodes, d'ailleurs difficiles à déterminer spécifiquement et dont le plus fréquent ressemble singulièrement aux *Rostellaria* du gault des Ardennes. On aperçoit aussi des traces d'un Lamellibranche de très petite taille.

» En résumé, la réunion de ces différentes formes fossiles, dont plusieurs ont été soumises à mon savant collègue M. le Dr P. Fischer, ne laisse aucun doute sur l'âge albien du terrain de Lobito. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Le* White Rot *ou Rot blanc* (Coniothyrium diplodiella) *aux États-Unis d'Amérique*. Note de M. **P. Viala**, présentée par M. Duchartre.

« Le *Coniothyrium diplodiella* détermine sur les Vignes une maladie connue sous le nom de *Rot blanc;* elle a été observée pour la première fois en Italie; M. Ravaz et moi l'avons signalée en France, en 1885; elle y a pris une grande extension l'année suivante, et a fait de nouveaux progrès en 1887.

([1]) *Scientific result of the second Yarkand Mission.*

» Le *Coniothyrium diplodiella* existe aussi en Amérique; je l'ai trouvé à la limite du territoire des Indiens et de l'État du Missouri, ainsi que sur quelques ceps de Vignes dans la tribu des Wiandottes. L'existence du Rot blanc sur le territoire des Wiandottes, où des Vignes européennes n'ont jamais été introduites, semble prouver l'origine américaine de cette maladie, qui n'a été signalée en France que depuis peu d'années. Je ne l'ai pas observée, d'ailleurs, dans les États du Nord et de l'Est de l'Union, où les Vignes européennes sont fréquemment importées.

» Les caractères du Rot blanc sont bien identiques avec ceux qu'on en a donnés en France. Ses effets sont comparables à ceux du *Greeneria fuliginea,* qui est le Bitter Rot ou Rot amer des viticulteurs américains. Le Rot blanc est bien loin d'avoir, au point de vue viticole, l'importance du Black Rot (*Physalospora Bidwellii*)*;* ses dégâts atteignent tout au plus le cinquième de la récolte, et le Champignon ne se développe qu'exceptionnellement sur les baies. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les expériences de M.* Weyher *et de M.* Colladon, *destinées à élucider la question des trombes.* Lettre de M. **Boillot** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Les expériences remarquables de M. Weyher d'une part, et de M. Colladon d'autre part, sur les tourbillons aériens et les trombes ascendantes, ne sont pas complètes, et c'est ce qui les a fait mal interpréter; tel est du moins mon avis, d'après les faits que je vais avoir l'honneur d'exposer, et qui me paraissent devoir fixer la théorie des trombes.

» Avec l'appareil de M. Colladon, qui a fonctionné devant l'Académie le 3 de ce mois, il est facile de produire une trombe *descendante.* Pour cela, il suffit de descendre les palettes tournant autour de l'axe vertical, jusqu'au fond du vase plein d'eau, en plaçant à la surface une couche d'un liquide plus léger que l'eau. Le vin rouge est très propre pour réaliser cette expérience, surtout si on le mélange avec un peu d'alcool, pour former une couche plus ou moins épaisse, dont on suivra la marche lorsque les palettes du fond exécuteront leur mouvement de rotation. Dans ce cas, on voit le vin descendre le long de l'axe et offrir l'aspect d'une trombe naturelle, la forme de la colonne descendante étant celle

d'une trompe d'éléphant, dont la partie la plus mince est en bas. L'huile remplace le vin avec avantage.

» En faisant tourner les palettes au milieu du récipient plein d'eau, avec de la sciure de bois au fond et une couche de vin ou d'huile terminant la surface du liquide, on produira *deux trombes* tournant dans le même sens, l'une ascendante, rendue visible par la sciure de bois; l'autre descendante, rendue apparente par la couche de vin; toutes deux se rencontrent dans la région que j'appellerai leur *sommet,* au niveau des palettes. (Une trombe ascendante a l'apparence d'une trombe descendante renversée.)

» Tous les observateurs ont vu l'extrémité la plus mince des trombes ou leur sommet dirigé en bas; ce sommet atteignant la surface de la mer ou celle d'un lac, ils étaient en présence de trombes descendantes.

» Le sommet peut se trouver à une distance suffisante de la surface de l'eau pour déterminer une aspiration visible de ce liquide, à cause de la formation de la trombe ascendante; mais alors le *buisson* doit présenter la forme indiquée dans l'expérience de M. Weyher; de plus, l'eau aspirée retombera en pluie lorsqu'elle atteindra la trombe descendante. Ces faits sont d'accord avec l'observation.

» Sur le sol, il est naturel de voir des objets enlevés au-dessous du sommet de la trombe descendante, puisqu'ils sont soumis à l'action de la trombe ascendante.

» Dans l'expérience de M. Weyher sur la trombe marine, il suffit de laisser le tambour à axe vertical, qui porte les ailes, ouvert en haut et en bas, pour produire le phénomène des deux trombes : l'une aspirante, dont fera partie le liquide placé au-dessous des ailes tournantes; l'autre descendante, engendrée par une couche d'air située au-dessus de ces ailes, et dans laquelle on aurait répandu une quantité suffisante de fumée ou d'une poussière légère pour la rendre visible.

» Si le tambour est fermé en bas et ouvert en haut, la rotation de ses palettes produira une trombe descendante.

» On peut conclure de ces expériences :

» 1° Que les trombes marines sont descendantes, ainsi que le veut la théorie de M. Faye, le sommet touchant la surface de l'eau;

» 2° Qu'une trombe (descendante) dont le sommet est au-dessus d'une surface liquide, ou au-dessus du sol, est toujours accompagnée d'une trombe (ascendante) disposée inversement. La réciproque est vraie;

» Le sommet d'une trombe est la région où le mouvement giratoire est

le plus rapide, ce mouvement allant en s'affaiblissant à partir du sommet, tout en s'élargissant, jusqu'à l'extrémité opposée de la trombe descendante et de la trombe ascendante (¹). »

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 10 octobre 1887.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; 4e série, t. III, année 1887; fasc. n° 4. Paris, Gauthier-Villars, 1887; in-4°.

La Géométrie grecque, comment son histoire nous est parvenue et ce que nous en savons. Essai critique; par Paul Tannery. Ire Partie : *Histoire générale de la Géométrie élémentaire.* Paris, Gauthier-Villars, 1887; in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Pour l'histoire de la Science hellène; par Paul Tannery : *De Thalès à Empédocle.* Paris, Félix Alcan, 1887; in-8°. (Présenté par M. Faye.)

La Thermodynamique et l'étude du travail chez les êtres vivants; par G.-A. Hirn. Paris, Bureaux des *Revues.* 1887; br. in-4°. (Présenté par M. Faye.)

Nouveau système d'inhalations et de pulvérisations sulfureuses, aromatiques, balsamiques et antiseptiques ozonées. Appareils du Dr Huguet (de Vars). Paris, Delahaye et Lecrosnier, 1887; br. in-12. (Présentée par M. Chevreul.)

Description de Scalidæ *nouveaux des couches éocènes du bassin de Paris et revision de quelques espèces mal connues; par* E. de Boury. Paris, J.-B. Baillière, 1887; br. in-8°. (Présentée par M. Hébert.)

(¹) Tout le monde peut répéter ces expériences : il suffit d'avoir un flacon en verre, à large ouverture, ayant une contenance de 1lit ou 2lit. L'axe vertical sera une simple aiguille à bas, avec laquelle on embrochera un disque de liège, coupé sur un bouchon. On fend ce disque en quatre points équidistants, et l'on fixe dans ces fentes quatre ailettes en métal mince. En faisant traverser le centre du bouchon du flacon par la tige munie de ses ailettes, on peut lui imprimer un mouvement de rotation, en la saisissant entre les doigts à la partie supérieure. En amenant les ailettes en haut du flacon, ou en bas, ou au milieu du liquide, on produit la trombe ascendante, ou la trombe descendante, ou les deux trombes en même temps.

Étude sur les sous-genres de Scalidæ *du bassin de Paris; par* E. DE BOURY. Paris, J.-B. Baillière, 1887; br. in-8°. (Présentée par M. Hébert.)

Muscologia gallica. *Descriptions et figures des mousses de France et des contrées voisines; par* T. HUSNOT; 6e livraison. Paris, F. Savy, 1887; br. in-8°.

La Cinetica combattuta e vinta da G.-A. HIRN. Nota del Prof. GIANNANTONIO ZANON, Socio dell' Accademia romana di S. Tommaso d'Aquino. Roma, A. Besani, 1887; br. in-8°. (Présentée par M. Faye.)

Pubblicazioni del reale osservatorio di Brera in Milano; n. XXXII. — *Nuova triangolazione della citta di Milano, eseguita dall' ing.* FRANCESCO BORLETTI. Milano, Ulrico Hoepli, 1887; br. in-f°.

Memorias del Instituto geografico y estadistico; tomo VI. Madrid, imprenta de la Direccion general del Instituto geografico y estadistico, 1886; in-4°.

Magnetische und meteorologische Beobachtungen an der K. K. Sternwarte zu Prag im Jahre 1886; br. in-4°.

Dritter Bericht des israelitischen Landes-Taubstummen-Institutes in Budapest über das Schuljahr 1886-87. Budapest, 1887; br. in-4°.

Jahresbericht der Kgl. ung. geologischen Anstalt für 1885. Budapest, Buchdruckerei des Franklin-Verein, 1887; in-4°.

Die aquitanische Flora des Zsilthales im Comitate Hunyad; von Dr M. STAUB. Budapest, Buchdruckerei des Franklin-Verein, 1887; in-4°.

Beiträge zur Kenntniss der fossilen Hölzer Ungarns; von Dr JOHANNES FELIX in Leipzig. Budapest, 1887; br. in-4°.

A zsilvölgy aquitankoru floraja; irta Dr STAUB MORICZ. Budapest, 1887; in-4°.

Magyarorszag fosszil fai; Dr FELIX JANOS-TOL. Budapest, 1887; br. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 OCTOBRE 1887.

PRÉSIDENCE DE M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Catalogue de l'Observatoire de Paris.* Note de M. **Mouchez.**

« Le Catalogue de Lalande, comprenant les positions de 47 390 étoiles observées sous la direction de cet habile et infatigable astronome à son observatoire de l'École militaire, de 1791 à 1800, a été à juste titre considéré jusqu'ici comme un des documents fondamentaux les plus utiles de l'Astronomie moderne.

» Mais les changements survenus avec le temps dans la position de beaucoup d'étoiles et les nécessités croissantes de la Science exigeant une précision de plus en plus grande dans les observations diminuaient sensiblement chaque jour l'utilité de ce grand travail, et, en 1854, Le Verrier se décida à en entreprendre la revision. Pour obtenir toute la précision reconnue aujourd'hui nécessaire, il fixa à trois observations de déclinaison

et trois observations d'ascension droite la détermination de chaque étoile; c'était, sans doute, une très juste appréciation des besoins actuels de l'Astronomie, mais c'était un énorme travail de 300 000 observations méridiennes qu'il imposait à l'observatoire de Paris, et qui, pour être faites dans de bonnes conditions, devaient être assez rapidement exécutées.

» Malheureusement, le ciel parisien, peu favorable en général aux longues séries d'observations, les moyens insuffisants dont disposait Le Verrier et les importants travaux de Mécanique céleste auxquels il consacrait alors la plus grande partie de son temps, ne lui permirent pas, à son grand regret, de pousser la revision du Catalogue de Lalande avec toute l'activité nécessaire, et quand je fus appelé à l'honneur de lui succéder, en 1878, il n'y avait guère que le tiers des observations nécessaires faites pendant ces vingt années, en utilisant même celles de la direction d'Arago de 1837 à 1853.

» Il était indispensable de poursuivre beaucoup plus vigoureusement l'achèvement de cette œuvre si vivement désirée par tous les astronomes.

» Faisant appel alors à toute l'activité de notre personnel, appliquant à ce service le nouveau beau cercle méridien dû à la générosité de M. Bischoffsheim et le personnel de l'École d'Astronomie dont j'avais obtenu la création en 1879, il fut possible de donner à notre service méridien une impulsion assez grande pour porter à 25 000 ou 28 000 le nombre des observations méridiennes annuelles, qui n'avait été en moyenne, jusque-là, que de 6000 à 8000.

» Aussi, dès l'année 1884, le Bureau des Calculs, sous la très habile et énergique direction de M. Gaillot, qui avait collaboré avec tant de dévouement aux grands travaux de Le Verrier, put entreprendre l'impression des deux premiers Volumes du nouveau Catalogue, à l'aide des fonds spéciaux que je pus obtenir alors du Gouvernement. M. Gaillot a été très habilement secondé dans ce service par le sous-chef du Bureau des Calculs, M. Bossert.

» Afin de ne pas trop retarder cette importante publication, nous n'avons pas attendu la fin complète de la réobservation du Catalogue de Lalande; la première Partie, que nous publions aujourd'hui, ne comprend que les étoiles observées jusqu'en 1881; le reste paraîtra dans un Volume complémentaire, aussitôt que cette première Partie sera terminée.

» Les deux premiers Volumes contiennent toutes les étoiles comprises entre 0^h et 6^h d'ascension droite, au nombre de 7245, pour lesquelles on a fait 80 000 observations tant en ascension droite qu'en déclinaison.

» L'un des Volumes contient le Catalogue proprement dit; le deuxième,

toutes les observations qui ont servi à le faire et qui sont utiles à connaître quand on a des recherches délicates à effectuer. On travaille activement à la préparation des Volumes suivants, et elle sera poursuivie sans interruption jusqu'à complet achèvement de l'œuvre.

» La comparaison de nos résultats avec ceux que les astronomes français ont obtenus à la fin du dernier siècle met en pleine lumière la grande précision des observations de Lalande et de ses collaborateurs avec des instruments qui, aujourd'hui, nous paraîtraient bien défectueux. C'est un résultat que nous constatons avec une patriotique et légitime satisfaction.

» J'espère que le nouveau Catalogue de l'observatoire de Paris fera honneur à notre laborieux personnel et ne sera pas moins apprécié de tous les astronomes, ni moins utile à la Science, que ne l'a été depuis le commencement du siècle celui du grand astronome français dont nous n'avons fait que suivre les traces, tout en complétant l'œuvre entreprise par mon illustre prédécesseur. »

ASTRONOMIE. — *Préparatifs d'exécution de la Carte du Ciel.* Note de M. Mouchez.

« Je crois devoir faire connaître à l'Académie que les préparatifs de l'exécution de la Carte du Ciel et des diverses prescriptions votées par le Congrès astro-photographique d'avril se poursuivent partout activement.

» Les études et les expériences préliminaires se font par les savants qui ont bien voulu s'en charger, et j'ai déjà reçu l'avis que dix lunettes photographiques conformes au modèle de celle de Paris, adopté par le Congrès, sont actuellement en construction; elles seront toutes terminées l'année prochaine ou, au plus tard, au commencement de 1889.

» Voici la liste des observatoires auxquels ces lunettes sont destinées :

France	Observatoire de Toulouse, » de Bordeaux, » d'Alger.
Espagne	Observatoire de San Fernando.
Brésil	Observatoire de Rio de Janeiro.
République Argentine	Observatoire de la Plata.
Chili	Observatoire de Santiago.
Mexique	Observatoire de Tacubaya.
Australie	Observatoire de Sydney, » de Melbourne.

Les sept premières sont construites par MM. Henry pour l'optique et Gautier pour la mécanique, les trois dernières sont construites par M. Grubb.

» Il est possible que d'autres instruments soient en construction chez d'autres artistes, mais je n'en ai pas été informé.

» Nous pouvons compter certainement encore sur le concours d'un ou deux observatoires de l'Angleterre et sur la création, au moins temporaire, d'un observatoire photographique à la Nouvelle-Zélande, selon le vœu exprimé par le Congrès. Nous pouvons compter également sur l'observatoire du Cap de Bonne-Espérance, dont l'éminent et si actif directeur, le Dr *Gill*, a tant contribué au progrès de la photographie du Ciel.

» J'ai également bon espoir dans la Russie : le concours de son observatoire de Poulkova, par sa latitude si boréale, serait grandement nécessaire.

» Je n'ai reçu encore aucune nouvelle de l'Italie ni de l'Autriche, ni de l'Allemagne.

» Aux États-Unis, plusieurs observatoires semblent désirer prendre part au travail; mais, jusqu'ici, je n'ai reçu aucun avis de la commande d'un instrument spécial. L'observatoire de Washington en sera sans doute pourvu.

» En résumé, nous sommes aujourd'hui parfaitement certains de pouvoir commencer le levé de la Carte du Ciel en 1889 avec un nombre d'observatoires déjà suffisant pour entreprendre et terminer dans les limites de temps prévues l'œuvre d'une si haute importance votée par le Congrès. »

HYDRAULIQUE. — *Sur la théorie des déversoirs épais, ayant leur seuil horizontal et évasé ou non à son entrée;* par M. **J. Boussinesq**.

« VI (1). Concevons maintenant que la face inférieure de la nappe déversante, au lieu de subir une pression constante donnée, puisse être astreinte, par une conformation appropriée du seuil non plus étroit, mais assez large, à prendre près de la section contractée une certaine courbure, indépendante des pressions qu'elle supportera. Imaginons, par exemple, que, le seuil étant plan et sensiblement horizontal, on parvienne, au moyen d'un évasement convenable de son entrée, à y supprimer les *espaces morts* qu'occupe une eau dormante ou tourbillonnante, c'est-à-dire

(1) *Voir* le précédent *Compte rendu*, p. 585.

à lui maintenir tangente la face inférieure de la nappe, dont le rayon R_0 de courbure, sur la section contractée, sera dès lors infini, comme l'admettait Belanger. La troisième formule (15) montre que cette hypothèse revient à poser $k = 1$, et que, plus généralement, la supposition d'un rayon R_0 de courbure en rapport donné constant avec l'épaisseur η équivaut à fixer pour k une certaine valeur connue. Dès lors, l'expression (16) du débit q, où l'on peut ici poser $\varepsilon = 0$ en transportant l'origine au point le plus haut du seuil, dépend encore des deux hauteurs h, η, et, encore aussi, de η par l'intermédiaire d'une variable auxiliaire : mais cette variable auxiliaire est n, qui se trouvait précédemment constant, et non plus k, devenu constant à son tour; de sorte que le débit effectif ou maximum, dont j'appellerai toujours m le coefficient (quotient de q par $h\sqrt{2gh}$), s'obtiendra en égalant à zéro, non pas $f'(k)$, mais la dérivée de $f(k)$ par rapport à n ou à $k\sqrt{1+n}$. Il viendra ainsi $k^2(1+n) = \frac{1}{3}$, et, par suite,

$$(19)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{\eta}{h} = \frac{2}{3}, \qquad \frac{R_0}{h} = \frac{2}{3}\,\frac{k}{1-k}, \\ &m = \frac{2}{3\sqrt{3}}\,\frac{\log k}{k-1} = \frac{2}{3\sqrt{3}}\left(1 + \frac{3}{2}\,\frac{R_0}{h}\right)\log\left(1 + \frac{2}{3}\,\frac{h}{R_0}\right). \end{aligned}\right.$$

» On voit que le coefficient de débit m varie en sens inverse de k, ou en sens inverse du rayon de courbure R_0 *censé* imposé (sur la section contractée) à la face inférieure de la nappe, tandis que l'épaisseur η de celle-ci reste constante. La plus petite valeur de m, dans les conditions admises (et tant que R_0 se trouve positif), est donc celle, $m = \frac{2}{3\sqrt{3}} = 0,3849$, qui correspond à $k = 1$ ou à $R_0 = \infty$, et que Belanger avait déjà obtenue directement pour le cas d'un large seuil horizontal.

» VII. Bornons-nous désormais à ce cas d'un seuil plan horizontal et continuons, pour un instant, à y admettre, avec l'absence de tout frottement, un évasement à l'entrée assez parfait pour rendre les filets déjà rectilignes et parallèles sur la section contractée. J'ai remarqué, dans mon *Essai sur la théorie des eaux courantes* (p. 572), que la vitesse $V = \sqrt{2g(h-\eta)}$ existant alors sur toute cette section est justement, d'après la première formule (19) qui donne $h = \frac{3}{2}\eta$, la vitesse même, $\sqrt{g\eta}$, avec laquelle s'y propage vers l'amont, par rapport à la masse fluide, la tête aplatie de l'onde négative formée à l'extrémité aval du seuil par la chute de la nappe

de déversement. On constate donc directement que cette onde, due à l'abaissement du niveau d'aval jusqu'à la limite où le déversoir cesse d'être noyé, se trouve, dans sa propagation, arrêtée sur la section contractée à l'instant même où, d'après la signification du principe de débit maximum, un très petit abaissement du niveau sur cette section ne se ferait plus sentir à l'amont du déversoir. Or il fallait bien qu'il en fût ainsi, puisque, d'une part, c'est très sensiblement sur la section contractée qu'expire en effet l'influence d'aval ou qu'est immobilisée la tête de l'onde négative ascendante sans cesse produite à l'extrémité aval du seuil, et puisque, d'autre part, c'est dès la section contractée que l'on admet ici l'existence de filets rectilignes et parallèles rendant applicable à la vitesse de propagation de cette tête par rapport au fluide la formule connue simple de Lagrange, $\sqrt{g\eta}$, ou mieux une autre plus générale (établie dans le même Ouvrage sur les *Eaux courantes*, p. 285), réductible à $\sqrt{g\eta}$ par l'hypothèse de l'égalité de vitesse des filets.

» VIII. Mais, en réalité, l'évasement, à l'entrée d'un déversoir épais à seuil horizontal, n'est jamais assez parfait, pour que, surtout avec des hauteurs h de charge variées, il ne se produise pas certaines contractions sensibles ε de la nappe au-dessus du niveau du point le plus élevé du seuil, avec diffusion d'une eau dormante dans l'espace laissé libre, et pour que, par suite, la face inférieure de la nappe n'acquière pas, à son sommet, un rayon fini R_0 de courbure, sans parler des petites inégalités de vitesse des filets dues surtout au frottement du fond. Donc le rapport de ε à h, l'écart, que j'appellerai $\varkappa$, de k à sa limite supérieure 1, et l'excédent analogue, que je désignerai par λ, de l'unité sur $k\sqrt{3(1+n)}$, ne seront pas négligeables. Mais nous pourrons, pour simplifier, supprimer des formules leurs carrés et produits, beaucoup moins influents, réduire, par exemple, les expressions de η et de q résultant de (15) et (16), à

$$(20)\qquad \eta=\frac{2}{3}h\left(1+\lambda-\frac{\varepsilon}{h}\right),\qquad q=\frac{2}{3\sqrt{3}}h\sqrt{2gh}\left(1+\frac{\varkappa}{2}-\frac{3}{2}\frac{\varepsilon}{h}\right).$$

» Par suite, il faudra aller un peu à l'aval de la section contractée, pour trouver (encore sur le seuil, supposé assez étendu dans le sens d'amont en aval) une section normale où les filets soient approximativement rectilignes et où l'on puisse appliquer une formule connue de vitesse de propagation pour y exprimer l'arrêt, d'ailleurs bien réel, de la tête de l'onde né-

gative ascendante formée vers l'extrémité aval du seuil par la chute de la nappe de déversement. Cette condition d'immobilité sera (*Eaux courantes*, p. 291) $\alpha' U^2 = gH$ ou $\alpha' q^2 = gH^3$, H désignant la profondeur de l'eau, et U sa vitesse moyenne, sur la section dont il s'agit, tandis que α', coefficient du terme affecté au changement des vitesses dans l'équation du mouvement permanent graduellement varié, est l'excédent, $\int \left(2\frac{u^3}{U^3} - \frac{u^2}{U^2}\right)\frac{dH}{H}$, de deux fois le rapport du cube moyen des vitesses u des filets au cube de la vitesse moyenne U, sur le rapport du carré moyen des mêmes vitesses au carré de la vitesse moyenne. Supérieur à l'unité de près de 5 fois l'intégrale $\int \left(\frac{u - U}{U}\right)^2 \frac{dH}{H}$, ce coefficient reçoit assez souvent, dans un régime uniforme, la valeur 1,1 environ, qu'il n'atteint pas dans un canal trop court pour qu'un tel régime puisse s'y établir à peu près et les inégalités de vitesse des filets s'y accentuer, mais qu'il dépasse de beaucoup dans les canaux imparfaitement polis ou encore très peu profonds. Nous pourrons, ce semble, d'une manière passablement approchée, lui attribuer la valeur moyenne 1,1, avec des écarts allant à 0,05 de part et d'autre; en sorte que sa plus petite valeur 1,05 tienne le milieu entre sa valeur moyenne 1,1 et sa limite inférieure idéale 1. Son excès $\alpha' - 1$ sur l'unité, étant nul dans le cas d'une entrée parfaitement évasée, devra être supposé de l'ordre des petites quantités $\varkappa$, λ, etc., dont nous négligeons les carrés et les produits.

» IX. Comme une distance petite mais sensible séparera de l'entrée du seuil la section sur laquelle on a $\alpha' U^2 = gH$, il est à craindre que le déversoir ne soit un peu noyé à l'entrée, et que le principe du maximum de débit ne s'y trouve pas applicable avec une exactitude suffisante. Et, cependant, une équation sera nécessaire pour relier à H et à U, qui concernent cette section d'aval, la profondeur $\eta + \varepsilon$ de la section contractée, prolongée inférieurement jusqu'au seuil, et la vitesse moyenne, que j'appellerai U_0, à travers sa partie *vive*, ou supérieure, de hauteur η. C'est, comme dans les deux questions classiques de l'écoulement par un orifice avec ajutage et du ressaut, le principe des quantités de mouvement, appliqué à tout le fluide compris entre les deux sections dont il s'agit, qui la fournira. Si la pression, sur la section contractée, variait hydrostatiquement, comme elle le fait sur la section d'aval, cette équation serait (*Eaux courantes*, p. 130, formule 120 *ter*)

$$(21) \qquad \frac{q}{g}(\alpha' U - \alpha'_0 U_0) = \frac{1}{2}[(\eta + \varepsilon)^2 - H^2],$$

α'_0 désignant ce que devient le coefficient α' pour la section contractée, de hauteur η, où la vitesse moyenne est U_0. Mais, d'après (1), (14) et (15), la pression p, sur la section contractée, dépasse sa valeur hydrostatique $\rho g(\eta + \varepsilon - z)$ de la quantité

$$(22) \quad \rho g\left(h - \varepsilon - \eta - \frac{V^2}{2g}\right) = \rho g(h - \varepsilon)(1 + n)\left[k^2 - \frac{R_0^2}{(R_0 + z - \varepsilon)^2}\right],$$

qui devient $\rho g(h - \varepsilon)(1 + n)(k^2 - 1)$ sur toute la partie inférieure ou *morte*, de hauteur ε, et qui, divisée par ρg, donne en somme, pour joindre au second membre de (21), le terme

$$(23) \quad \left\{ \begin{array}{l} (h - \varepsilon)(1 + n)\left\{(k^2 - 1)\varepsilon + \int_\varepsilon^{\varepsilon+\eta} \left[k^2 - \frac{R_0^2}{(R_0 + z - \varepsilon)^2}\right] dz\right\} \\ \quad = (h - \varepsilon)(1 + n)(k - 1)[k\eta + (k + 1)\varepsilon]. \end{array} \right.$$

» Or ce terme peut, à cause de son petit facteur $k - 1 = -\varkappa$, être évalué en y réduisant ε, $1 + n$, $k\eta$ à leurs valeurs de première approximation 0, $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{3}h$; ce qui le réduit lui-même à $-\frac{2}{9}h^2\varkappa$. On évaluera tout aussi aisément, d'après (20), et au moyen de la relation $gH^3 = \alpha' q^2$ $\left[\text{qui donnera } H = \frac{2}{3}h\left(1 + \frac{\alpha' - 1}{3} + \frac{\varkappa}{3} - \frac{\varepsilon}{h}\right)\right]$, les termes du second membre de (21) et aussi, dans le premier membre, les quotients qU, qU_0 de q^2 par H et par η, quotients encore réductibles à leurs parties linéaires en $\alpha' - 1$, $\varkappa$, etc. Enfin, le coefficient α'_0, relatif à la section contractée, se calcule en observant que la formule (14) donne la vitesse V des filets fluides, entre les limites $z = \varepsilon$ et $z = \varepsilon + \eta$ de cette section, inversement proportionnelle à $R_0 + z - \varepsilon$. Il vient $\alpha'_0 = \frac{1}{k}\left(\frac{k-1}{\log k}\right)^2\left(\frac{1+k}{k}\frac{k-1}{\log k} - 1\right)$, c'est-à-dire, en développant suivant les puissances de $1 - k = \varkappa$, $\alpha'_0 = 1 + \frac{5}{12}\varkappa^2 + \ldots$, ou $= 1$ au degré d'approximation convenu. Et l'équation (21), accrue à son second membre du terme (23), c'est-à-dire de $-\frac{2}{9}h^2\varkappa$, est, elle-même, après des réductions évidentes,

$$(24) \qquad \varkappa = 3\frac{\varepsilon}{h} - 2(\alpha' - 1).$$

» X. Ainsi se trouve déterminée la petite quantité $\varkappa$ et, par suite, la variable $k = 1 - \varkappa$, la seule des deux k, $k\sqrt{1 + n}$ entrant dans la valeur générale (16) de q, dont dépende ici sensiblement cette expression devenue

la seconde (20); car les petites variations de $k\sqrt{1+n}$, proportionnelles à λ, ne la modifient pas d'une manière appréciable dans le voisinage considéré du maximum relatif à cette variable $k\sqrt{1+n}$. Or la valeur (24) de $\varkappa$, portée dans la seconde relation (20), en élimine ε non moins que $\varkappa$, et il en résulte simplement, comme coefficient m du débit,

$$(25) \qquad m \quad \text{ou} \quad \frac{q}{h\sqrt{2gh}} = \frac{2}{3\sqrt{3}}(2-\alpha') = (0,3849)(2-\alpha').$$

» Il vient donc, pour $\alpha' = 1,1$, c'est-à-dire, en moyenne, la valeur, bien peu différente de 0,35 que l'on admet d'ordinaire, $m = 0,346$, avec des écarts de part et d'autre allant environ aux 0,05 de 0,3849 ou à 0,019; ce qui donne à peu près $m = 0,365$ dans les cas de barrages juste assez étendus d'amont en aval pour que les filets fluides y approchent beaucoup de l'horizontalité, et $m = 0,327$ dans ceux où la largeur du seuil est suffisante pour y permettre l'établissement d'un régime sensiblement uniforme. Mais il faut, dans ce dernier cas, qu'une certaine pente du seuil d'amont en aval, s'élevant à quelques millièmes, rende ce régime *torrentueux;* sans quoi la condition $\alpha' U^2 = gH$ ne se réaliserait que près de l'extrémité aval du seuil, trop loin de la section contractée pour ne pas laisser, dans l'intervalle, les frottements extérieurs changer la nature du phénomène, et la presque totalité du déversoir, notamment toute la partie située du côté d'amont, serait *noyée,* contrairement à la supposition fondamentale du problème traité ici.

» Le défaut d'évasement de l'entrée diminue m en accroissant α' par les résistances qu'il crée; mais la *contraction*, rapport de ε à h, qui le mesure en quelque sorte, ne paraît pas, comme on voit par (25), dans le coefficient $2-\alpha'$ de réduction du débit, ou, du moins, n'y introduit que des termes de l'ordre des carrés et produits négligés. Une formule de mes *Eaux courantes* (p. 595), qui donne la valeur $2\alpha' - 1 + \left(\frac{\varepsilon}{h-\varepsilon}\right)^2$ pour le carré de l'inverse de ce coefficient de réduction (désigné là par k) dans l'hypothèse simple $R_0 = \infty$ à laquelle on s'était borné jusqu'à présent, permet de juger qu'ils sont peu influents en effet; car même en supposant une absence totale d'évasement, et en attribuant alors au rapport de ε à $h-\varepsilon$ sa valeur 0,163 observée pour les nappes libres, le carré en question ne serait que $2\alpha' - 1 + (0,163)^2 = 1 + 2(\alpha' - 1) + 0,0266$, expression peu supérieure à $1 + 2(\alpha' - 1)$ et conduisant à un coefficient de réduction du débit sensiblement égal à $1 - (\alpha' - 1)$, ou conforme à (25), vu surtout l'entre-

destruction presque complète, qui s'y opère, des termes du second ordre de petitesse, quand $\alpha' - 1$ reçoit sa valeur moyenne 0,1. »

ÉLECTRICITÉ. — *Des formules de dimensions en électricité et de leur signification physique*; par M. G. LIPPMANN.

« 1. On sait que quelques-unes des formules de dimensions employées en électricité, particulièrement simples, donnent l'idée d'une interprétation physique correspondante. C'est ainsi que la capacité, exprimée en unités électrostatiques absolues, a les dimensions d'une longueur; que la résistance électrique, en unités électromagnétiques absolues, a les dimensions d'une vitesse. Très souvent on dit que la capacité électrique est une longueur, la résistance une vitesse. Cette manière de parler est évidemment inexacte. La nature d'une grandeur électrique ne peut pas changer avec les conventions qui servent à l'exprimer numériquement et qui déterminent la formule de dimension. Celle-ci n'a qu'un seul sens et un seul objet : elle sert à calculer la fonction par laquelle il faut multiplier l'expression numérique d'une grandeur lorsque l'on change les unités fondamentales. La formule de dimension fournit donc la condition nécessaire, mais non pas suffisante, de l'interprétation physique possible.

» 2. On peut considérer une formule de dimension à un autre point de vue : elle peut servir de critérium pour juger de l'élégance d'une méthode de mesure; car la formule indique le maximum de simplicité théorique que peut atteindre une méthode de mesure, attendu que les grandeurs qu'elle ne contient pas sont inutiles à mesurer. Deux exemples rendront peut-être cette proposition plus claire.

» La capacité en unités électrostatiques absolues a les dimensions d'une longueur : cela veut dire que l'on peut trouver expérimentalement l'expression numérique d'une capacité électrique sans mesurer d'autres grandeurs qu'une longueur. En d'autres termes, on peut, à l'aide d'opérations qui n'impliquent aucune espèce de mesure, arriver à construire une longueur telle qu'il ne reste plus qu'à la mesurer pour avoir le nombre cherché. En effet, prenons, par exemple, une bouteille de Leyde dont on demande la capacité. On peut, d'autre part, construire une sphère métallique dont le rayon est graduellement croissant, jusqu'à ce que la capacité électrique de la sphère soit égale à celle de la bouteille; et l'on peut s'assurer de cette égalité sans faire aucune espèce de mesures : par exemple,

en se servant d'un galvanomètre différentiel dont l'aiguille devra rester immobile. L'égalité obtenue, il ne reste plus qu'à mesurer les longueurs du rayon de la sphère ; le résultat est le nombre cherché.

» Autre exemple : la résistance électrique en valeur électrique absolue a la dimension d'une vitesse. Si l'on connaît la valeur d'une durée réelle, il en résulte qu'il est possible, à l'aide d'opérations qui n'impliquent aucune espèce de mesure, de réaliser une vitesse de translation telle, qu'il ne reste plus qu'à mesurer cette vitesse pour avoir le nombre cherché. A cet effet, considérons un fil métallique rectiligne indéfini, de section circulaire quelconque et de matière quelconque. Un segment de longueur d arbitrairement choisi, pris sur le fil, possède une résistance électrique qui sera égale à telle résistance que l'on voudra. Il s'agit de trouver la vitesse v qui a même mesure numérique que cette vitesse. A cet effet, imaginons que l'on déplace le fil parallèlement à lui-même avec une vitesse v perpendiculaire à sa direction, dans un plan normal à un champ magnétique d'intensité H quelconque. Supposons qu'en même temps les extrémités du fil demeurent réunies par un circuit métallique fixe de résistance négligeable par rapport à celle du fil; enfin, considérons un point P situé à une distance constante de l'axe égale à $2d$, dans le plan du mouvement et en arrière du mouvement. Cela posé, voici ce qui arrive. Lorsque le fil se meut avec une vitesse uniforme v, il est le siège d'un courant induit d'intensité i. L'action exercée par ce courant sur un pôle magnétique placé en P est de sens contraire à l'action du champ H; elle est d'ailleurs perpendiculaire à v. Les deux actions antagonistes deviennent égales pour une valeur convenable de la vitesse v. Dans ce cas, une petite aiguille aimantée placée en P n'est plus dirigée : elle devient astatique et il faut remarquer que l'on peut constater l'astasie sans faire aucune espèce de mesure. Cela fait, il se trouve que la vitesse de déplacement v est celle que l'on se proposerait d'obtenir : c'est-à-dire qu'il ne reste plus qu'à mesurer cette vitesse de déplacement pour obtenir la valeur numérique de la résistance considérée [1].

---

[1] Il est aisé de démontrer qu'il en est ainsi. Le champ magnétique développé par un courant rectiligne indéfini d'intensité i en un point situé à une distance $2d$ de l'axe du fil est égal à $h = \frac{i}{d}$. L'intensité i est d'ailleurs égale à $\frac{vH}{\rho}$, en désignant par ρ la résistance de l'unité de longueur du fil mobile; d'où $h = \frac{vH}{\rho d}$. Donc, si $h = H$ (cas de l'astasie), on a

$$v = \rho d. \qquad \text{C. Q. F. D.}$$

Dans cette démonstration, on suppose le fil cylindrique réduit à son axe. Il est facile

3. En général, aucune grandeur électrique, aucune expression formée avec ces grandeurs ne paraît susceptible d'une interprétation physique, quelle qu'en soit sa formule de dimension. Il y a pourtant une exception à signaler pour les cas où les dimensions se réduisent à celles d'un temps. On conçoit qu'il en puisse être ainsi.

» En effet, certains phénomènes électriques ont une durée θ que l'on peut calculer : tel est le cas, par exemple, des oscillations qui ont lieu dans le circuit de décharge d'un condensateur.

» On arrive dans ce cas à une équation de la forme : $\theta =$ une fonction des données électriques des problèmes. Le second membre ne contient, en apparence ou explicitement, que des grandeurs électriques. Il n'en représente pas moins un temps concret, une durée; et il va sans dire que le second membre se réduit comme le premier aux dimensions d'un temps ([1]). »

CHIMIE AGRICOLE. — *Recherches sur le drainage;* par M. **Berthelot.**

« Dans le cours des études relatives à la fixation de l'azote par la terre végétale, études poursuivies depuis plusieurs années à la Station de Chimie végétale de Meudon, j'ai été amené à comparer les apports en azote combiné, dus à la pluie et à l'atmosphère, avec les déperditions produites par les eaux de drainage (*Comptes rendus,* t. CIV, p. 208). Il me paraît utile d'y revenir avec détails et nouvelles expériences, à cause de l'importance du résultat qui s'y manifeste, à savoir que : *Les eaux de drainage, provenant de la pluie, enlèvent au sol nu une dose d'azote combiné très supérieure à celle que l'atmosphère et spécialement l'eau pluviale peuvent lui apporter.*

» La démonstration, dans mes expériences, prend un caractère de netteté complète, parce que j'opère sur une masse de terre limitée, de dimensions rigoureusement connues, et renfermée dans un pot qui la met à

---

de démontrer que l'action électrique exercée par un fil rectiligne indéfini de section circulaire est la même que s'il était réduit à son axe.

([1]) De même, la résistance électrique *spécifique* en mesure électrostatique absolue est un temps, ainsi que j'ai déjà eu l'honneur de le dire devant l'Académie, et cela par *définition.* On remarquera même que primitivement, dans le Traité de Riess, par exemple, cette grandeur a été appelée de son nom de *durée* ou *temps de décharge;* un physicien anglais eût dit *time constant.* Ce n'est que plus tard que, par une extension de mot, on a désigné cette grandeur sous le nom de *résistance.*

l'abri des infiltrations illimitées du sol environnant, ainsi que des pertes ou gains mal définis qui pourraient en résulter. J'ai opéré aussi en présence de la végétation, condition qui rend les résultats plus variés. Enfin j'ai employé tantôt une terre renfermant ses nitrates naturels, tantôt une terre dépouillée de ses nitrates par lessivage, au début des expériences.

» 1. De la terre végétale a été prise dans une prairie, séchée à l'air libre sous un hangar, tamisée de façon à la débarrasser des cailloux et des débris végétaux apparents; puis on a placé 56 kilogrammes, renfermant 5 kilogrammes d'eau et 51 kilogrammes de terre sèche (à 110°), dans un grand pot de grès verni, percé de trous à sa partie inférieure, de façon à permettre l'écoulement des eaux de drainage, lesquelles étaient récoltées au-dessous et analysées immédiatement, parallèlement avec la pluie dont elles provenaient. La terre occupait une épaisseur de 50^{cm} environ et sa surface supérieure était de 1520^{cq}. La terre contenait au début $0^{gr},380$ d'azote nitrique. A la fin, la proportion de l'eau s'élevait à $8^{kg},8$; celle de l'azote nitrique contenu dans la terre à $0^{gr},853$. L'expérience a duré du 24 mai au 20 novembre 1886.

» La terre a reçu $51^{lit},7$ d'eau pluviale; cette eau renfermait :

Azote ammoniacal..	$0^{gr},048$	$0^{gr},061$
Azote nitrique..	$0^{gr},013$	
L'azote organique, apporté par la pluie, porterait ce chiffre vers...	$0^{gr},074$	

» L'azote ammoniacal gazeux apporté par l'atmosphère, dans le même temps et au même point de la prairie, sur une surface égale d'acide sulfurique étendu, s'élevait à $0^{gr},048$. La terre en a certainement absorbé moins; en ajoutant ce chiffre aux apports de la pluie, nous attribuons donc une valeur exagérée à l'azote combiné venant de l'atmosphère, soit $0^{gr},122$.

» Pendant le même temps, on a recueilli avec ce pot des eaux de drainage, occupant un volume de $14^{lit},8$. Près des deux tiers de l'eau pluviale avaient donc été évaporés; $3^{kg},8$ ayant été retenus par le sol.

L'eau de drainage contenait : azote nitrique............ $0^{gr},674$;

dose comparable à celle que le sol avait retenue ($0^{gr},853$).

» L'azote ammoniacal et l'azote organique n'ont pas été dosés dans les drainages; mais des essais spéciaux ont montré que la dose en est faible, comme on le sait d'ailleurs des eaux de drainage en général. En tous cas, cette dose ne pourrait qu'augmenter celle de l'azote perdu par drainage.

» D'après ces données, l'azote ainsi perdu par drainage est presque décuple de l'azote combiné apporté par la pluie, et six fois aussi considérable

que l'azote combiné susceptible d'être fourni par l'atmosphère, tant sous forme gazeuse que dans les eaux pluviales. Rappelons que les 51 kilogrammes de la terre du pot, dans cette expérience, avaient fixé $12^{gr},85$ d'azote, principalement à l'état d'azote organique.

» Dans cet essai, les nitrates entraînés par le drainage préexistaient en partie ($0^{gr},380$ d'azote) dans la terre au début de l'expérience; une autre partie, renfermant $1^{gr},143$, s'y étant formée pendant sa durée. Pour mieux distinguer ces deux effets, on a fait simultanément l'expérience suivante :

» 2. $58^{kg},2$ de la même terre, contenant $50^{kg},4$ de terre sèche, ont été placés dans un pot pareil, avec cette différence que la terre avait été épuisée de nitrates par un lessivage prolongé à l'eau froide. Au début, cette terre contenait $7^{kg},8$ d'eau; à la fin, $8^{kg},4$: dose peu différente.

» La terre a reçu $51^{lit},7$ de pluie, renfermant $0^{gr},074$ d'azote combiné, et les apports d'azote ammoniacal gazeux s'élèvent au maximum à $0^{gr},048$.

» Cette fois, l'eau de drainage récoltée a été de $19^{lit},36$, chiffre un peu supérieur au précédent; sans doute parce que la terre a offert quelque différence dans son ameublissement final. Dans cette eau :

Azote nitrique.. $0^{gr},198$

» C'est plus du triple des apports dus à la pluie, et moitié plus que l'azote combiné susceptible d'être fourni par l'atmosphère, tant sous forme gazeuse que sous forme dissoute. Cet excès d'azote nitrique est dû à la nitrification, opérée dans la terre pendant le cours de l'expérience. La terre avait d'ailleurs fixé, pendant celle-ci : $23^{gr},15$ d'azote.

» La terre contenait à la fin $0^{gr},327$ d'azote nitrique; ce qui fait en tout $0^{gr},525$ formé pendant l'expérience : chiffre moitié plus faible que celui de la précédente; probablement parce que la terre, au début, était gorgée d'eau, à cause du lessivage. Celui-ci avait pu modifier d'ailleurs les agents nitrifiants : mais ce n'est pas ici le lieu de cet examen.

» Voici deux expériences faites avec le concours de la végétation :

» 3. Le pot contenait 55^{kg} de terre, soit 50^{kg} terre sèche et 5^{kg} eau. Cette terre renfermait $0^{gr},373$ d'azote nitrique au début. A la fin, l'eau s'élevait à $7^{kg},7$; l'azote nitrique à $0^{gr},037$.

» 20 petits pieds d'Amarante ont été repiqués, le 24 mai, dans le pot, puis enlevés successivement, au fur et à mesure de leur développement, jusqu'au 9 octobre, époque à laquelle le dernier pied pesait 123^{gr}. La surface de ce pot était de 1661^{cq}.

» Il a reçu $56^{lit},5$ d'eau pluviale, contenant $0^{gr},080$ d'azote combiné.

» Azote ammoniacal gazeux par l'atmosphère, au maximum : $0^{gr},053$.

» Or, les eaux de drainage recueillies s'élevaient à $14^{lit},57$; soit

Azote nitrique.. $0^{gr},403$

» Cette dose est cinq fois aussi forte que celle des apports pluviaux et triple des apports atmosphériques possibles.

» Si l'on compare ces résultats avec ceux de l'expérience 1, on voit que la présence de la végétation a diminué la perte d'azote par drainage; non en restreignant la dose d'eau recueillie ($14^{lit},6$ pour une surface de 1661^{cq}, au lieu de $14^{lit},8$ pour une surface un peu moindre de 1520^{cq}) mais en utilisant ces nitrates pour son propre développement. En effet, la terre n'en renfermait à la fin que $0^{gr},037$; mais, circonstance remarquable, les plantes n'en renfermaient également que quelques milligrammes ($0^{gr},0065$ à la fin), les conditions spéciales de la culture n'ayant pas permis la formation notable de salpêtre qui caractérise ordinairement cette plante.

» La même observation s'applique à la fixation de l'azote sur cette terre; fixation réelle, car elle s'est élevée à $4^{gr},63$, mais moindre que pour la terre nue ($12^{gr},85$). La végétation a donc consommé, dans ce cas, une portion de l'azote fixé, mais sans tout employer.

» 4. Voici maintenant un essai, où l'on a produit la végétation sur une terre privée au début de nitrates par lessivage à froid. Le poids de la terre était de $57^{kg},5$, soit $52^{kg},2$ de terre sèche et $5^{kg},3$ d'eau. A la fin, la terre renfermait $8^{kg},1$ d'eau et $0^{gr},033$ d'azote nitrique.

» La surface du pot était de 1589^{cq}; 20 pieds d'Amarante.

» Les eaux pluviales : 54^{lit}, renfermant $0^{gr},075$ d'azote combiné.

» Azote ammoniacal gazeux par l'atmosphère, au maximum : $0^{gr},051$.

» D'autre part, on a obtenu en eaux de drainage $15^{lit},13$, ayant enlevé

Azote nitrique.. $0^{gr},171$

» Ce chiffre est triple de l'azote fourni par la pluie; une fois et demie aussi considérable que les apports totaux de l'atmosphère.

» Ici encore la végétation a dépouillé la terre des nitrates, sans les accumuler dans les plantes; et celles-ci ont consommé une partie de l'azote fixé sur la terre. En effet, la terre a fixé $7^{gr},51$ d'azote; au lieu de $23^{gr},18$ fixés sans végétation, dans l'expérience parallèle.

» 5. Un essai analogue a été fait sur une terre lessivée à froid, dans un pot de 1451^{cq} de surface. Poids de la terre $54^{kg},5$; soit $49^{kg},5$ de terre

sèche et 5^{kg} d'eau. A la fin, la terre renfermait $7^{kg},6$ d'eau et $0^{gr},035$ d'azote nitrique. On a fait développer des Amarantes comme ci-dessus.

» L'apport des eaux pluviales (49^{lit}) a été de $0^{gr},068$ azote combiné.

» Azote ammoniacal gazeux par l'atmosphère, au maximum : $0^{gr},046$.

» Or, les eaux de drainage recueillies s'élevaient à $17^{lit},07$, et elles ont enlevé en azote nitrique : $0^{gr},164$. La végétation donne lieu précisément aux mêmes remarques que dans l'expérience 4, quant aux nitrates et quant à l'azote fixé sur la terre : le gain en azote étant de $7^{gr},17$.

» D'après les nombres qui précèdent, l'eau de pluie qui a arrosé les pots (mai à novembre) contenait en moyenne par litre : $0^{mgr},93$ d'azote ammoniacal et $0^{mgr},24$ d'azote nitrique, plus $0^{mgr},24$ environ d'azote organique : en tout $1^{mgr},41$ d'azote combiné. Or 1^{lit} d'eau de drainage renfermait en azote nitrique, soit presque tout son azote combiné :

1......	$45^{mgr},6$	Terre non lavée à l'avance........	sans végétation.
2......	10,2	Terre épuisée de nitrates à l'avance	
3......	27,6	Terre non lavée	avec végétation clairsemée.
4......	11,3	Terre lavée....	
5......	9,6	Terre lavée....	

» Ces résultats s'accordent avec la grande richesse des eaux de drainage en nitrates, constatée par tous les analystes, par exemple dans l'*Annuaire de l'Observatoire de Montsouris* pour 1884, p. 408, par litre d'eau :

	Azote nitrique.	Azote combiné total.
	mgr	mgr
Drain d'Asnières......................	24,4	25,6
Drain des Cases......................	27,1	28,3
Drain d'Épinay......................	22,1	23,2
Drain du moulin de Cage.............	19,1	20,3

» Dans certaines eaux de puits l'azote nitrique s'est élevé à

Asnières..................................	27^{mgr}
Sol de Gennevilliers.........................	20
Chalvet..................................	34,5
Bois-Colombes.............................	73,1

» On peut encore arriver au même résultat avec des nombres trouvés à Rothamsted par M. Warington. Un litre d'eau de pluie contenait en cet endroit, comme quantités moyennes de l'année :

Azote ammoniacal.....	$0^{mgr},35$	en tout... $0^{mgr},63$;
Azote nitrique.........	$0^{mgr},14$	
Azote organique.......	$0^{mgr},14$	

tandis qu'un litre d'eau de drainage, ayant traversé un sol non cultivé, renfermait $11^{mgr},9$ d'azote nitrique et $12^{mgr},5$ d'azote combiné total.

» L'influence de la végétation clairsemée dans trois de nos expériences n'a été suffisante, ni pour empêcher la perte d'azote combiné par drainage, ni pour s'opposer au gain d'azote fait par la terre; bien qu'elle ait agi pour diminuer ce gain et qu'elle ait épuisé la terre de nitrates. Mais il pourrait en être autrement, si la terre était complètement recouverte par une végétation active: celle-ci évaporant, comme on sait, les eaux pluviales, de façon à arrêter plus ou moins complètement l'écoulement des eaux de drainage, et consommant en même temps, en tout ou en partie, l'azote organique, fixé par la terre ou préexistant. Il est facile de réaliser à cet égard tous les phénomènes intermédiaires.

» Désirant entrer davantage dans le détail des apports et des pertes correspondantes à chaque pluie notable, envisagée individuellement, nous avons exécuté deux nouvelles séries d'expériences en 1887. Nous nous bornerons à donner le détail d'une seule.

» 6. Le pot était en porcelaine de Sèvres vernie; sa surface, 1550^{cq}. Il renfermait 55^{kg} de terre végétale, représentant 45^{kg} de terre sèche. L'udomètre juxtaposé avait une surface de 706^{cq}. Voici les résultats obtenus, rapportés à une surface de 1^{mq}. Toutes les analyses ont eu lieu dans les quarante-huit heures qui suivaient la pluie, toujours dans la belle saison.

	Eau de pluie.			Eau de drainage.	
Dates.	Quantité recueillie.	Azote ammoniacal.	Azote nitrique.	Quantité recueillie.	Azote nitrique.
3 juin	$31^{l},87$	$0^{gr},0340$	$0^{gr},0070$ (?)	$9^{l},36$	$0^{gr},229$
26 juin	21 ,96	0 ,0050	0 ,0076	3 ,61	0 ,303
22 juillet	49 ,58	0 ,0298	0 ,0098	12 ,91	0 ,840
31 juillet	33 ,29	0 ,0133	0 ,0089	12 ,91	0 ,970
19 août	47 ,96	0 ,0326	0 ,0070	26 ,77	2 ,018
15 septembre	27 ,48	0 ,0098	0 ,0063	6 ,45	0 ,418
7 octobre	20 ,54	0 ,0186	0 ,0088	11 ,10	0 ,462
	$232^{l},68$	$0^{gr},1431$	$0^{gr},0554$	$83^{l},11$	$5^{gr},240$
Azote total		$0^{gr},1985$			

» Un litre d'eau de pluie contenait, en moyenne,

Azote ammoniacal .... $0^{mgr},62$
Azote nitrique .... $0^{mgr},24$ } $0^{mgr},86$.

» L'azote organique peut être évalué à un chiffre égal à l'azote nitrique,

ce qui fait en tout $1^{mgr},10$ d'azote combiné. Le premier chiffre est plus faible d'un tiers que l'année précédente; mais du même ordre de grandeur.

» Un litre de l'eau de drainage correspondante renfermait $0^{gr},063$ d'azote nitrique, dose supérieure à celle des essais précédents.

» L'expérience 7, faite dans un pot semblable et à côté, a fourni des nombres analogues. On donnera seulement le volume de l'eau de drainage pour une surface de 1^{mq}, soit : $79^{l},8$, et le chiffre total de l'azote nitrique dans cette eau, soit : $4^{gr},78$, valeurs fort rapprochées des précédentes. Un litre contenait $0^{gr},058$ d'azote nitrique.

» D'après ces nombres, l'azote éliminé par drainage a été de 24 à 26 fois aussi considérable que l'azote apporté par la pluie. Dans tous les couples d'analyses faites sur une même pluie, sans exception, on observe un excès analogue; quoique le rapport ait varié depuis 5:1 jusqu'à 50:1, comme limites extrêmes. Ces oscillations dépendent de diverses circonstances, faciles à concevoir. Le rapport total de l'azote ammoniacal à l'azote nitrique dans l'eau de pluie ne s'écarte pas beaucoup de 3:1; mais il a varié beaucoup, pour chaque chute prise séparément. Près des deux tiers de l'eau de pluie totale se sont évaporés, ou ont été retenus par la terre; ce rapport variant d'une pluie à l'autre, en raison des variations survenues dans l'état antérieur de siccité de la terre.

» L'ensemble de ces résultats éclaircit et précise davantage l'influence de l'atmosphère et des eaux météoriques sur la végétation, ainsi que les circonstances où s'opère la fixation de l'azote sur les sols naturels. C'est là un sujet fécond et destiné à modifier profondément les idées reçues jusqu'à présent sur les conditions de la végétation naturelle et de l'agriculture. »

PHYSIOLOGIE. — *Dualité du cerveau et de la moelle épinière, d'après des faits montrant que l'anesthésie, l'hyperesthésie, la paralysie et des états variés d'hypothermie et d'hyperthermie, dus à des lésions organiques du centre cérébro-spinal, peuvent être transférés d'un côté à l'autre du corps.* Note de M. **Brown-Séquard**.

« La question de savoir si nous avons un double appareil cérébro-médullaire occupe la plus haute place en Physiologie. La plupart des médecins et des physiologistes maintiennent que les mouvements, et surtout ceux que la volonté produit dans les membres d'un des côtés du corps, ne dépendent que d'une moitié de l'encéphale et d'un seul côté de la moelle épinière. Il en est de même pour la transmission et la perception des impres-

sions sensitives et aussi pour les influences vaso-motrices exercées par le centre cérébro-spinal. Quant aux sens, il en est également à peu près de même. La moitié *droite* de l'encéphale et la moitié *gauche* de la moelle épinière servent seules, croit-on, pour le côté *gauche* du corps, aux mouvements volontaires, aux actions vaso-motrices et à la transmission et à la perception sensitives. La moitié *gauche* de l'encéphale et la moitié *droite* de la moelle servent seules, assure-t-on, à la moitié *droite* du corps.

» Je me propose, dans plusieurs Communications à l'Académie, de donner une série de preuves établissant que ces opinions ne sont pas exactes et qu'il faut admettre, au contraire, que chacune des moitiés de l'encéphale et de la moelle épinière peut servir à toutes les fonctions des deux moitiés de ces centres nerveux.

» Les preuves que l'expérimentation et la clinique apportent à l'appui des idées reçues sont tellement nombreuses, tellement décisives, *en apparence*, qu'il semblera fort singulier que je vienne en nier la signification. Les médecins qui voient chaque jour des lésions unilatérales du cerveau ou de la moelle produire des pertes de mouvement, de sensibilité ou de contraction vasculaire en apparente harmonie avec leurs doctrines, s'étonneront que l'on essaye de montrer que la paralysie et l'anesthésie ne dépendent pas de la destruction et, conséquemment, de la *perte de fonction* de conducteurs là où se trouve la lésion, mais d'une *action*, d'une *mise en jeu* de propriétés des mêmes conducteurs au voisinage de la lésion. Je vais essayer de faire voir que cette dernière opinion ressort inévitablement de certains faits expérimentaux.

» I. *Transfert de l'anesthésie et de l'hyperesthésie.* — J'ai déjà fait voir, dans un travail présenté à l'Académie, en mars 1880 (*Comptes rendus*, t. XC, p. 750), que lorsqu'on a produit, par la section d'une moitié latérale de la base de l'encéphale (protubérance, bulbe rachidien ou pédoncule cérébral), une anesthésie du membre pelvien du côté opposé et de l'hyperesthésie du côté correspondant, on peut constater, après une seconde lésion consistant en une action transversale de la moitié latérale de la moelle épinière dorsale, du côté opposé à celui de la première lésion, que non seulement l'anesthésie disparaît au membre pelvien qui en était atteint, mais qu'elle est remplacée par de l'hyperesthésie. On trouve, en outre, que le membre pelvien qui était hyperesthésié perd sa sensibilité plus ou moins complètement. Il y a donc, sous l'influence de la seconde lésion, transfert des effets produits par la première, d'un côté à l'autre, l'anesthésie remplaçant l'hyperesthésie et celle-ci paraissant là où était l'anesthésie.

» Dans des recherches postérieures à celles-là, j'ai trouvé la confirma-

tion des résultats que je viens de rapporter, dans des circonstances qui en augmentent la valeur. On sait aujourd'hui, par des expériences dont j'ai vérifié l'exactitude et qui sont dues au Dr Veyssière, élève distingué de notre regretté Confrère Vulpian (*Thèse de Paris*, n° 379; 1874), qu'une certaine partie de la capsule interne ne peut être coupée sans qu'il y ait une anesthésie complète dans les membres du côté opposé à celui de la lésion. Notre éminent Confrère, M. Charcot, dont le nom restera attaché à celui de la capsule interne, par l'importance, en Clinique, des découvertes qu'il a faites à l'égard des manifestations morbides, que cette portion de l'encéphale peut fournir, a montré que, chez l'homme comme chez les animaux, une lésion localisée dans la partie postérieure de la capsule détermine constamment ou au moins plus souvent que des lésions d'autres parties du grand centre nerveux intra-cranien, une anesthésie croisée, complète. Les médecins et les physiologistes tirent de ces faits expérimentaux et cliniques la conclusion que les conducteurs des impressions sensitives, venues des membres d'un côté, passent tous dans cette partie de la capsule interne du côté opposé. Or voici ce que des expériences multipliées m'ont fait voir.

» Après avoir fait, *à droite*, la section de la partie postérieure de la capsule interne, chez des chiens surtout, j'ai cherché si, avec de l'anesthésie des membres *gauches*, il y avait de l'hyperesthésie *à droite*. Cela n'a eu lieu que deux fois dans un grand nombre d'expériences. Voulant avoir, pour mes recherches sur le transfert, des animaux atteints d'anesthésie d'un côté et d'hyperesthésie de l'autre, j'ai fait, chez les individus ne montrant que de l'anesthésie, une seconde lésion, quelquefois à la base de l'encéphale, quelquefois à la moelle épinière cervicale, *à droite*, côté de la lésion capsulaire. Dans la plupart de ces cas, il y a eu de l'hyperesthésie *à droite*, ainsi que je le désirais. Les choses étant dans cet état, l'anesthésie étant complète dans le membre pelvien *gauche* et une hyperesthésie plus ou moins vive existant dans le membre pelvien *droit*, j'ai fait la section transversale de la moitié latérale de la moelle épinière, au niveau de la neuvième ou de la dixième vertèbre dorsale, du côté *gauche*. Chez presque tous les animaux ainsi opérés, le transfert s'est produit : l'anesthésie a disparu *à gauche* et a été remplacée par de l'hyperesthésie à des degrés variables, mais quelquefois à un très haut degré, tandis que, *à droite*, l'hyperesthésie du membre pelvien a été remplacée par de l'anesthésie. Il est évident que, si la section de la capsule interne avait produit la perte complète de la sensibilité dans le membre pelvien *gauche*, comme on le croit, par la section des conducteurs des impressions sensitives venant de ce membre, il serait ab-

solument impossible de faire revenir la sensibilité, et encore moins à un degré plus considérable qu'à l'état normal, par la dernière lésion pas plus que par une autre lésion quelconque. Ce fait est donc décisif contre les idées reçues à l'égard de la transmission des impressions sensitives. Je m'occuperai plus loin de l'explication à donner des résultats obtenus dans ces expériences.

» II. *Transfert de la paralysie.* — Parmi les faits extrêmement nombreux que j'ai constatés, depuis près de dix ans, à cet égard, il en est peu que je n'aie publiés. Je me bornerai, conséquemment, à dire que, spécialement chez certains animaux (et surtout des chats de quinze jours à un mois et quelquefois chez des lapins, même adultes), j'ai trouvé qu'après une section d'un des pédoncules cérébraux, le *droit* par exemple, à sa partie supérieure, produisant la paralysie des membres du côté *gauche*, si je coupais la moitié latérale *droite* du bulbe rachidien au-dessus de l'entre-croisement des pyramides antérieures, la paralysie des membres *gauches* disparaissait, à un degré plus ou moins marqué, et se montrait du côté des deux lésions, c'est-à-dire *à droite* [1]. Il est évident que, si la première lésion avait produit la paralysie par suite d'une section, comme on le croit, de tous les conducteurs servant aux mouvements volontaires des membres *gauches*, la paralysie ne pourrait disparaître à aucun degré dans ces membres et encore moins sous l'influence de la seconde lésion qui devrait, au contraire, d'après les cliniciens, augmenter la diminution des mouvements volontaires *à gauche*. Je dirai plus loin comment les choses se passent dans ces expériences.

» Une expérience pleine d'intérêt jette un jour nouveau sur la production de la paralysie dans les cas de lésion encéphalique. On sait que, chez les Grenouilles, l'ablation des lobes cérébraux n'est pas suivie de la perte des mouvements volontaires. J'ai trouvé, cependant, que la section d'une moitié latérale du cerveau proprement dit, c'est-à-dire d'un lobe cérébral, le *droit* par exemple, détermine un degré plus ou moins notable de paralysie, quelquefois assez considérable, surtout au membre pelvien, du côté *gauche*. Cette hémiplégie s'accompagne d'une augmentation de puissance motrice *à droite* (au moins au membre pelvien). Il y a donc, sous l'influence de l'irritation causée par la section du lobe cérébral *droit*, un changement dynamique des deux côtés, consistant en une diminution de puissance motrice *à gauche*, et une augmentation *à droite*. L'animal étant dans cet état,

---

(1) Il importe de faire remarquer, contrairement à ce qu'enseignent les cliniciens, que la plupart des physiologistes qui ont fait la section transversale du bulbe rachidien d'un côté ont constaté que la paralysie se montre alors surtout, sinon uniquement, du côté même de la lésion.

je coupe la moitié *gauche* du cerveau, c'est-à-dire le lobe cérébral *gauche*, et je vois, le plus souvent, l'équilibre se rétablir, les mouvements volontaires redevenant normaux des deux côtés. En admettant, ce qui semble certain, que la seconde lésion a produit sur les deux côtés du corps des effets de même ordre que ceux de la première, il y a eu augmentation de puissance *à gauche* (côté correspondant à celui de la seconde lésion), là où il y avait eu de l'hémiplégie, et diminution de puissance *à droite*, là où de la dynamogénie s'était montrée. Il y a donc transfert d'états dynamiques différents d'un côté à l'autre.

» Cette expérience montre que la paralysie, chez la Grenouille, peut être causée par une lésion qui, certes, ne la produit pas par une destruction de conducteurs servant aux mouvements volontaires et que cette perte de mouvements volontaires peut disparaître sous l'influence d'une autre lésion.

» III. *Transfert d'états hypothermiques et hyperthermiques d'un côté à l'autre.* — Je ne dirai que quelques mots à ce sujet, qui réclamerait plus de développements que je ne puis lui en donner ici ([1]). J'ai trouvé que deux états tout à fait opposés l'un à l'autre peuvent être produits par des lésions de la moelle épinière à la région cervicale : l'un démontrant que les échanges entre le sang et les tissus peuvent, sous l'influence du système nerveux, s'augmenter considérablement; l'autre, que, sous une influence différente du même système, ces échanges peuvent diminuer ou même cesser absolument. J'ai trouvé, en outre, que même des lésions unilatérales de la moelle cervicale peuvent déterminer ces deux effets opposés. A l'égard du transfert, voici ce que j'ai constaté. Si, après avoir coupé la moitié *droite* de la moelle cervicale, je constate que, par suite de l'activité des échanges nutritifs, il y a une élévation générale de température, je trouve qu'après une section d'une moitié latérale de la moelle épinière cervicale, *à droite* par exemple, il y a hyperthermie dans le membre pelvien *droit* et hypothermie dans le *gauche*. Cela constaté, je fais la section de la moitié latérale *gauche* de la moelle (niveau de la sixième vertèbre dorsale), et le transfert d'états thermiques s'opère : le membre pelvien le plus chaud, le *droit*, devient le moins chaud et l'autre, le *gauche*, qui était le moins chaud, s'échauffe et acquiert une hyperthermie évidente. Ces faits sont décisifs pour démontrer que ce n'est pas la section de conducteurs nerveux venant d'un côté de l'encéphale qui avait agi pour déterminer de l'hyperthermie, puisque ces prétendus conducteurs resteraient coupés

---

([1]) Voyez à cet égard quelques-uns des faits que j'ai publiés, sans en tirer les conclusions que je rapporte dans le texte (*Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, p. 247; 1885).

comme ils l'étaient lorsqu'on vient à faire la seconde section qui fait disparaître cet état calorifique et le remplace par de l'hypothermie.

» IV. Quelle est la signification de ces différents faits, à l'égard des doctrines reçues et de celles que je propose? Sans discuter à fond ces questions aujourd'hui, je puis dire que la supposition qu'on enseigne partout comme démontrée depuis si longtemps, à savoir que le lobe cérébral *droit* est le centre de nombre des actions du côté *gauche* du corps (et *vice versa* pour l'autre côté du cerveau), ne peut plus être soutenue quant aux pertes de mouvement et de sensibilité et aussi aux actions vaso-motrices. La même chose peut être dite quant à la transmission par la moelle épinière.

» J'ai osé soutenir que toutes les pertes de fonction de l'encéphale, dans les cas de lésion limitée à des parties des deux côtés ou occupant une fraction considérable ou même la totalité d'une moitié de ce centre intra-cranien, ne sont pas dues à la destruction de parties servant à ces fonctions, mais à une influence inhibitoire s'exerçant sur d'autres portions des centres nerveux (encéphale ou moelle épinière).

» Si le lobe cérébral *droit* contenait le seul centre servant aux mouvements volontaires et aux perceptions sensitives, pour le côté *gauche* du corps l'action volontaire et la sensibilité seraient définitivement perdues dans les membres *gauches* après la section de la capsule interne ou du pédoncule cérébral, et une nouvelle lésion ne pourrait certainement pas faire réapparaître les mouvements et la sensibilité. Il est clair, conséquemment, que le lobe cérébral *gauche* peut servir aux mouvements volontaires des membres *gauches*, ainsi qu'aux perceptions sensitives venant de ces membres. Chaque lobe cérébral peut donc servir aux fonctions motrices et sensitives pour les deux moitiés du corps.

» Le même raisonnement conduit à une conclusion similaire pour la base de l'encéphale à l'égard des actions vaso-motrices.

» Quant à la moelle épinière, je me bornerai à dire que les faits relatifs à l'anesthésie et à l'hyperesthésie que j'ai rapportés, de même que ceux concernant les actions vaso-motrices, démontrent que chacune de ses moitiés peut servir à la transmission des impressions sensitives et aux actions vasculaires pour les deux côtés du corps.

» V. On n'obtient pas toujours dans toute leur intensité les phénomènes de transfert étudiés dans ce travail. Encore moins obtient-on le transfert d'une perte de fonction ou d'activité ayant eu lieu, non du côté opposé à la lésion organique première, mais du côté correspondant. Dans ce dernier cas, une seconde lésion ne change rien en général à l'effet dû à la première, et ne produit rien que le même effet du côté de cette seconde

irritation. En voici un exemple important, puisqu'il montre bien qu'une lésion encéphalique, en faisant disparaître une activité, peut produire cet effet, non parce que la partie lésée a perdu sa fonction, mais parce qu'une action, au contraire, est engendrée, action consistant en une irritation des éléments nerveux voisins, se transmettant de là à distance et arrêtant, suspendant, inhibant l'activité qui disparaît. Dans le cas dont je vais parler, c'est la moelle épinière dont l'activité est inhibée. J'ai trouvé que, sur des chats nouveau-nés, des mouvements très actifs, mais désordonnés, des quatre membres ont lieu presque constamment pendant la veille [1]. Ces mouvements pseudo-volontaires dépendent de la moelle épinière, car si je coupe le cou ils continuent, bien qu'un peu affaiblis. Si sur des individus n'ayant pas été décapités je sectionne transversalement la protubérance annulaire, *à droite*, je vois disparaître immédiatement les mouvements des membres *droits*, et si alors je coupe la moitié *gauche* de ce centre nerveux, tout aussitôt les mouvements cessent dans les membres *gauches*. Il y a donc successivement inhibition de l'activité spéciale de la moelle épinière d'un côté, puis de l'autre.

» Dans les faits de transfert que j'ai rapportés, l'inhibition était croisée, ici elle est directe, mais le mécanisme reste celui de toutes les inhibitions, c'est-à-dire qu'il y a annihilation d'une *énergie* par une autre *énergie*.

» *Conclusions :* 1° L'anesthésie, la paralysie et l'hyperthermie, causées par une lésion organique des centres nerveux, peuvent être transférées d'un côté à l'autre du corps sous l'influence d'une seconde lésion de ces centres, d'où il suit que ces manifestations ne sont pas nécessairement des effets de la destruction de certains éléments nerveux possédant certaines fonctions et peuvent être les résultats de pures actions dynamiques exercées à distance par l'irritation que cause la lésion ; 2° une moitié de l'encéphale peut servir à la sensibilité, aux mouvements volontaires et aux actions vaso-motrices pour les deux moitiés du corps. Il en est de même pour une moitié latérale de la moelle épinière, au moins en ce qui concerne la sensibilité et les actions vaso-motrices. »

---

(1) Ces mouvements ont aussi lieu pendant le sommeil, mais ils sont alors bien plus faibles et bien moins rapides. Il est probable que ce sont des mouvements réflexes et que l'inhibition dont je parle ci-dessus est une inhibition de la faculté réflexe. Cependant cette faculté ne se perd pas entièrement puisque les irritations mécaniques, chimiques et galvaniques des pattes causent encore quelques mouvements réflexes. L'excitabilité de la moelle épinière aux irritations galvaniques est alors aussi diminuée.

CHIMIE AGRICOLE. — *Du chauffage des cidres*. Note de M. G. Lechartier.

« Les expériences de M. Pasteur ont prouvé toute l'importance du chauffage pour la conservation des vins. Appliqué aux cidres, le chauffage peut avoir une influence considérable sur le développement de leur consommation.

» Le plus souvent, après la transformation totale du sucre en alcool, le cidre devient rapidement le siège d'une fermentation acétique. D'autre part, dans les grandes villes, le consommateur accepte difficilement les cidres parés et durs, et si la vente du cidre y est très active en hiver et au printemps, elle diminue rapidement à partir de l'été, à une époque où ils seraient demandés en quantités très fortes s'ils avaient conservé leurs qualités primitives.

» Les premiers essais de chauffage pratiqués sur le cidre n'ont fourni que des résultats contradictoires peu favorables à son emploi. Il était nécessaire d'effectuer des expériences probantes. Il fallait, en outre, reconnaître si l'on peut effectuer le chauffage du cidre sans en altérer la saveur. De plus, si cette saveur se trouvait modifiée, on devait chercher le moyen de restituer au liquide, en temps opportun, ses qualités premières.

» Pendant les années 1886 et 1887, nous avons poursuivi des expériences dans des conditions voisines de celles qui se présenteraient dans l'industrie.

» Nous avons opéré sur quatre variétés de cidre différentes, étudiant simultanément le chauffage du liquide en bouteilles et en fûts de volumes variant de 25^{lit} à 230^{lit}. Les cidres provenaient du département d'Ille-et-Vilaine; ils contenaient de 2,6 à 5,9 pour 100 d'alcool, et des proportions de sucre comprises entre $4^{\text{gr}},53$ et à 40^{gr} par litre.

» On a chauffé les bouteilles au bain-marie, en prenant les précautions nécessaires pour que dans chacune d'elles le liquide fût porté à la température que l'on voulait expérimenter. Des essais ont été effectués aux températures de 53°, de 57° et de 63°. Quatre mois après, on a ouvert une bouteille provenant de chacune des neuf séries de l'expérience : on n'a pu constater aucune trace de fermentation; aucune bulle de gaz acide carbonique n'est devenue apparente, soit au moment où l'on a enlevé les bouchons, soit au moment où l'on a versé le liquide dans un verre. Le titre en alcool et en sucre s'était conservé identiquement le même. Ces cidres ont

été dégustés après un nouvel intervalle d'un an, en septembre 1887. Nous devons dire que, dans quelques bouteilles chauffées au-dessous de 60°, nous avons pu constater le dégagement de quelques bulles de gaz immédiatement après leur ouverture. Nous ne l'avons jamais constaté sur des cidres chauffés au-dessus de 60°. On peut donc affirmer qu'une température de 60° suffit pour détruire toute fermentation dans les cidres qui ne contiennent que 3 à 6 pour 100 d'alcool.

» Les résultats ont été les mêmes pour les cidres en tonneau. Le liquide a été chauffé entre 60° et 65° dans l'appareil à circulation continue que M. de Lapparent a fait construire en 1867 pour les vins; au sortir de l'appareil le cidre chaud était reçu dans le fût où il devait être conservé et la température indiquée est celle que l'on a constatée dans le liquide au moment où l'on achevait de remplir le tonneau. Les fûts ont été fortement bondés avant tout refroidissement. Lorsque le liquide a repris la température ordinaire, il s'est fait un vide notable dans les fûts. Le plein n'a pas été fait, et ils ont été conservés dans une cave. Quatre mois après, le cidre possédait une belle couleur; versé dans un verre, il ne laissait dégager aucune bulle de gaz, aucune saveur acétique ne s'était développée; il n'y avait pas de modification dans la teneur en sucre. A ces divers points de vue la conservation des cidres était parfaite. Nous devons ajouter qu'il est nécessaire que les fûts soient préalablement stérilisés à leur intérieur par un chauffage à la vapeur.

» Dans tous les cas, que le cidre ait été chauffé en bouteilles bouchées ou dans un appareil pour être ensuite conservé en tonneau, il se développe dans sa masse une saveur spéciale qui rappelle celle des fruits cuits. C'est un défaut que l'on ne saurait éviter dans cette première opération et qui aurait eu pour conséquence de faire proscrire le chauffage pour la conservation des cidres si nous n'avions trouvé le moyen simple et pratique de faire disparaître cette saveur de cuit.

» Le 16 avril 1887, nous remplissions des barils de 25^{lit} à 30^{lit} avec du cidre chauffé à une température comprise entre 60° et 65°. Les barils ont été bondés et on les a conservés jusqu'au 14 juin sans y toucher. A cette date les cidres possédaient une saveur de cuit caractéristique; ils n'avaient subi aucune modification provenant de l'action de ferments alcoolique ou acétique.

» Nous avons mélangé au contenu de chaque baril une bouteille du même cidre non chauffé. Une fermentation alcoolique régulière s'est produite de nouveau dans la masse du liquide. Le 9 juillet suivant, nous con-

stations que le cidre avait perdu toute saveur de cuit et avait repris sa saveur primitive; le 11 juillet, une partie du cidre ainsi rétabli était mis en bouteille. Au mois de septembre, le cidre était mousseux, avec une saveur normale.

» Nous avons profité du congrès que l'Association pomologique de l'Ouest vient de tenir dans la ville du Havre pour obtenir une vérification publique des faits que nous avions constatés. Des praticiens, membres de l'Association, le président du Syndicat des brasseurs du cidre du Havre et des membres du Syndicat ont bien voulu nous prêter leur concours pour cette constatation. Un procès-verbal de la séance a été rédigé par M. Hue, président du Syndicat. Il y est constaté que :

» Le léger goût de cuit qu'acquiert le cidre chauffé a disparu après la fermentation et que ce cidre chauffé et fermenté possède la douceur de goût qui caractérise les nouveaux cidres. L'échantillon de cidre ayant subi ce traitement a été, sans hésitation, reconnu sans plus de goût de cuit que le cidre primitif. Les soussignés admettent donc le fait scientifique énoncé par M. Lechartier comme absolument vrai. Considérant que le commerce des grandes villes recherche les cidres sucrés ou simplement tendres, ils voient par l'application de cette méthode le moyen de satisfaire leur clientèle.

» Dans une lettre adressée au maire de la ville du Havre, à la date du 9 octobre, par le Bureau du même Syndicat, nous relevons le passage suivant :

» Depuis longtemps, monsieur le maire, les grandes villes demandent des cidres doux en plus grande quantité que la culture et le brassage n'en peuvent livrer. Après avoir dégusté les cidres chauffés et revivifiés par le ferment alcoolique et leurs témoins, nous déclarons que le moyen pratique de livrer des cidres doux est trouvé.

» En résumé, nous apportons la preuve qu'il est possible, en appliquant le chauffage au cidre après le premier soutirage, de détruire toute fermentation dans sa masse et de le conserver pendant un certain temps avec les qualités de douceur qu'il possède à ce moment et que si, dans cette opération, il prend une saveur de cuit, on la fait entièrement disparaître en rétablissant la fermentation avant de le livrer à la consommation. »

M. Jurien de la Gravière fait hommage à l'Académie de deux Volumes qu'il vient de publier sous le titre : « Les Chevaliers de Malte et la Marine de Philippe II ».

M. E. **Cosson** offre à l'Académie le deuxième volume de son ouvrage intitulé : *Compendium Floræ Atlanticæ seu Expositio methodica plantarum omnium in Algeria necnon in regno Tunetano et imperio Maroccano hucusque notarum* ou *Flore des États barbaresques, Algérie, Tunisie et Maroc*.

« Ce volume renferme un supplément à la Notice, déjà publiée dans le premier volume, sur les voyages et les explorations botaniques dont l'Algérie, la Tunisie et le Maroc ont été l'objet et la description des familles, des genres et des espèces, des Renonculacées aux Crucifères inclusivement.

» L'auteur s'est attaché à donner des descriptions originales et exactement comparatives. La distribution géographique des plantes, dans le domaine de la Flore et dans l'ensemble du monde, a été établie surtout d'après les riches documents que renferment les collections de M. Cosson. Pour les États barbaresques, indépendamment des résultats de ses voyages personnels en Algérie et en Tunisie, il dispose de ceux dus aux explorateurs qui ont le plus contribué à faire connaître la flore Atlantique.

» Concurremment avec celles du *Compendium*, M. Cosson a poursuivi la rédaction et l'impression d'un *Conspectus* qui en est l'abrégé, et d'un *Catalogue raisonné de la flore de la Tunisie* faisant partie des travaux de l'*Exploration scientifique de la Tunisie*, publiés sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique. Il a, en outre, fait paraître 50 planches des *Illustrationes Floræ Atlanticæ* représentant les espèces nouvelles, rares ou peu connues, et le nombre des planches, destinées à cet ouvrage, terminées mais encore inédites, est de 97.

» Les travaux variés auxquels M. Cosson a dû se dévouer depuis longues années pour la bonne exécution de l'œuvre qu'il a entreprise en ont nécessairement retardé la publication; mais, malgré son âge déjà avancé, il n'a pas à regretter ce retard, ayant conscience que ses efforts persévérants et les recherches dont il a été le promoteur ont contribué, pour une large part, à la connaissance de la flore des contrées objet de ses études spéciales, et que, s'il ne lui est pas donné d'achever lui-même ses ouvrages en cours d'exécution, il aura rendu plus facile la tâche des botanistes appelés à les continuer.

» En leur assurant la conservation de ses herbiers et de sa bibliothèque, la communication de ses manuscrits et de ses notes, la propriété des planches déjà publiées ou inédites, ainsi que les ressources nécessaires pour faire face aux frais d'impression, il croit avoir pris toutes les dispositions qui permettront l'emploi le plus utile des matériaux réunis et classés pendant plus de cinquante ans dans un but scientifique. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de *M. le Dr Mesnet*, portant pour titre : « Considérations générales sur les fausses rages. — Observations du délire aigu hydrophobique. Hôpital Saint-Antoine (1872) ».

« Les Annales de la Médecine, dit M. Pasteur, ont enregistré un assez grand nombre d'accidents nerveux chez des personnes les unes mordues par des chiens enragés, mais qui ne devaient pas succomber à la rage, les autres non mordues. On connaît le fait cité par Trousseau, d'un individu qui, pendant un déjeuner, assiste à une conversation sur la rage, quitte la table avec des spasmes du pharynx, des angoisses thoraciques et autres accidents bulbaires produits subitement par le choc moral qu'il venait de recevoir. Le Dr Trousseau a cité également le fait d'un magistrat qui fut pris de terreur, longtemps après avoir eu la main léchée par un chien suspect de rage. En apprenant que plusieurs animaux mordus par son chien ont succombé à la rage, il est pris subitement de symptômes rabiques : grande excitation, délire, horreur de l'eau. Il guérit dix jours après le début de ces accidents, par la démonstration que lui fit son médecin que les enragés ne survivent jamais plus de deux ou trois jours aux accidents de la vraie rage. N'étant pas mort après dix jours d'accès, il était impossible qu'il fût enragé.

» Le malade, dont parle M. Mesnet dans sa brochure, était un alcoolique qui, ayant vu dans son verre, pendant qu'il déjeunait, quelque chose comme du dépôt, fut pris d'un sentiment d'horreur pour le liquide, avec constriction à la gorge, suivis de céphalalgie, de courbature et de fatigue dans tous les membres. Ceci se passait un dimanche.

» Pendant la nuit suivante et dans les journées du lundi et du mardi, pas de sommeil, accès de suffocation, spasmes à la gorge, horreur pour les liquides qu'il rejette avec le verre. Sa figure exprime l'inquiétude; le regard est fixe, brillant, hagard; les pupilles très largement dilatées; la parole est brève, saccadée, rapide; il a de la peine à respirer. Quand on lui offre un verre contenant de l'eau, il se rejette de côté avec effroi, et l'on détermine chez lui des accès de suffocation et de constriction à la gorge. Les objets brillants, la lumière, lui sont particulièrement désagréables. Il

est péniblement impressionné quand on agite l'air devant sa figure. Il meurt le mardi soir après avoir été en proie à un délire furieux, avec agitation extrême, cris et vociférations, salivation extrêmement abondante; crachant, mordant ses draps et cherchant aussi à mordre la personne qui lui donne des soins. Enfin cet homme a présenté tous les caractères de l'hydrophobie furieuse; cependant il n'est pas mort de rage : il n'avait jamais été mordu et à plusieurs reprises et à longs intervalles il avait déjà présenté des symptômes analogues de fausse rage. Cet homme était alcoolique et appartenait, en outre, à une famille qui comptait un décès par aliénation mentale.

» M. le Dr Mesnet, en présence d'un fait aussi caractéristique de fausse rage, insiste sur la nécessité d'appliquer la méthode des inoculations du bulbe après la mort pour fixer le diagnostic, toutes les fois qu'il y a doute sur la véritable cause de la mort.

» Récemment, dans le département de l'Aisne, il est mort un individu qui avait été mordu par un chien enragé et qui avait reçu les inoculations préventives au laboratoire antirabique de la rue Vauquelin. Cet individu était idiot de naissance. Il est mort avec certains symptômes rabiques qui furent attribués à une attaque de tétanos par les uns, à une attaque de vraie rage par les autres. Certainement le médecin qui a diagnostiqué la rage aurait hésité dans son jugement s'il avait eu connaissance de la brochure de M. Mesnet. Il eût compris la nécessité de recourir à la méthode des inoculations du bulbe par trépanation pour résoudre la difficulté. Dans ce cas, si la mort est due à la rage, la rage se communique aux animaux inoculés. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète (270) Peters, faites à l'observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*; par M. G. **Bigourdan**. Communiquées par M. Mouchez.

Dates 1887.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Planète — ★ Æ.	Planète — ★ Décl.	Nombre de comp.
			m s	′ ″	
Oct. 14........	*a* 164, B.D. + 11°.	9	−0.16,55	+ 2.32,5	8:8
14........	*a* id.	9	−0.16,97	+ 2.29,6	8:8
15........	*a* id.	9	−1.13,26	− 4.40,9	14:12
16........	*b* 159, B.D. + 11°	9	+2.45,98	+ 7.16,4	19:15

Positions des étoiles.

Dates 1887.	Étoiles.	Ascension droite moyenne 1887,0.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne 1887,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Oct. 14....	*a*	1.11.39,13	+3,02	+11.42. 3,6	+15,8	Rapp. à *c*.
15....	*a*	1.11.39,13	+3,02	+11.42. 3,6	+15,9	Id.
16....	*b*	1. 6.49,36	+3,02	+11.23.31,7	+16,2	Yarn. (2[e] éd.).
	c	1. 6.23,06	»	+11.41. 0,6	»	Id.

Positions apparentes de la planète.

Dates 1887.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Oct. 14.....	12. 4. 1	1.11.25,60	$\bar{1}$,325	+11.44.51,9	0,725
14.....	12.14.10	1.11.25,18	$\bar{1}$,470	+11.44.49,0	0,726
15.....	12. 1.59	1.10.28,89	$\bar{1}$,375	+11.37.38,6	0,726
16.....	9.41.24	1. 9.38,36	$\bar{1}$,947$_n$	+11.31. 4,2	0,737

» Remarques. — *Octobre* 15 : la planète est de grandeur 10,5.

» Avec l'équatorial, j'ai rapporté l'une à l'autre les étoiles *a* et *c*; par 3.2 comparaisons, j'ai obtenu pour $a - c$,

$$+ 5^m 16^s,07, \qquad + 1' 3'',0.$$

» La position *a* résulte de ces nombres et de la position de *c*. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur un principe de l'Électrodynamique.* Note de M. **Émile Mathieu.**

« Concevons un conducteur homogène traversé par des courants permanents qui entrent par un point A et sortent par un point A′. Le potentiel V de l'électricité est donné par la formule

$$V = C\left(\frac{1}{t} - \frac{1}{t'}\right) + U,$$

C étant une constante, t et t' les distances d'un point quelconque (x, y, z) aux points A et A′, qu'il faut concevoir à l'intérieur de la surface et à une distance infiniment petite; enfin, U est le potentiel de l'électricité située à la surface σ du corps.

» La fonction U satisfait dans tout l'espace à l'équation $\Delta U = 0$ et sur la surface σ à la condition

$$(1) \qquad C\frac{d}{dn}\left(\frac{1}{t} - \frac{1}{t'}\right) + \frac{dU}{dn} = 0,$$

dn étant l'élément de normale intérieure.

» Considérons une fonction P donnée par la formule

$$P = \frac{1}{4\pi}\int \frac{dr^{-1}}{dn} V\, d\sigma,$$

où r est la distance du point (x, y, z) à l'élément $d\sigma$; la fonction P représente le potentiel d'une double couche d'électricité située sur la surface σ. A l'intérieur de σ, la fonction P est égale à U; ainsi l'on a

$$(2) \qquad \frac{C}{4\pi}\int\left(\frac{1}{t} - \frac{1}{t'}\right)\frac{dr^{-1}}{dn}\, d\sigma + \frac{1}{4\pi}\int\frac{dr^{-1}}{dn} U\, d\sigma = U.$$

On prouve cette égalité en démontrant les suivantes

$$\int U\frac{dr^{-1}}{dn}\, d\sigma = 4\pi U + \int\frac{1}{r}\frac{dU}{dn}\, d\sigma,$$

$$\int\frac{1}{t}\frac{dr^{-1}}{dn}\, d\sigma = \int\frac{1}{r}\frac{dt^{-1}}{dn}\, d\sigma,$$

et en substituant dans l'équation (2). Alors on obtient une équation qui est évidente d'après l'équation (1).

» Jusqu'à présent, on a regardé U comme le potentiel d'une simple couche d'électricité distribuée sur σ; regardons U comme le potentiel d'une double couche située sur la même surface; alors U qui, sans aucune hypothèse, est égal à P à l'intérieur du conducteur, sera aussi égal à P à l'extérieur. Or je démontre ensuite que, pour les points extérieurs, la fonction P sera égale à

$$-C\left(\frac{1}{t} - \frac{1}{t'}\right)$$

et que, par conséquent, la fonction V sera nulle.

» Il en résulte le théorème suivant :

» *Quand un conducteur est traversé par des courants permanents, sa surface se recouvre d'une double couche d'électricité, dont l'action, jointe à celle des points* A *et* A', *produit la force électromotrice sur les points intérieurs au conducteur, tandis que l'action totale de cette couche et des points* A *et* A' *est nulle*

à l'extérieur. Le corps peut être, en outre, recouvert d'une couche électrostatique, dont l'action est nulle à l'intérieur.

» La double couche d'électricité qui recouvre le conducteur est analogue aux doubles couches magnétiques fictives employées par Ampère en Électrodynamique et à la double couche qui se trouve au contact de deux métaux, d'après le principe de Volta; mais la puissance de la double couche est invariable et égale à $-\frac{1}{4\pi}V$.

» Cette double couche n'est pas plus difficile à concevoir que celle qui se présente aux surfaces de contact de deux métaux, une couche se trouvant sur le conducteur et l'autre dans l'air, à une distance excessivement petite. Remarquons que, si la couche qui produit la force électromotrice était simple, la densité de cette couche devrait croître proportionnellement à l'intensité du courant, et, pour un courant énergique, il devrait se produire dans l'air un fort écoulement de l'électricité; ce qui n'a pas lieu. Remarquons encore que la loi de Ohm relative aux courants permanents, comme le remarque expressément son auteur dans son livre (*Ueber die galvanische Kette*), suppose qu'il n'y a pas de perte d'électricité dans l'air.

» Faisons entrer l'électricité en A et sortir en A', par deux fils très longs, et ne supposons pas leur section nulle, mais très petite. Ils sont eux-mêmes recouverts d'une double couche électrique, dont les potentiels en dehors de ces fils ne dépendent pas de leur forme; ces potentiels sont égaux à $C\frac{1}{t}$ et à $-C\frac{1}{t'}$ et se substituent ainsi à ceux des points A et A'. »

OPTIQUE. — *Sur la dispersion rotatoire magnétique.* Note de M. **P. Joubin**, présentée par M. Mascart.

« Les recherches classiques de Verdet ont montré que la dispersion rotatoire magnétique ne suit aucune des formules théoriques données jusqu'alors pour représenter le phénomène. Ces formules, qui s'établissent en admettant, entre autres hypothèses, que la période des deux vibrations circulaires, se propageant dans le milieu aimanté, est la même que celle de la vibration rectiligne avant l'aimantation, sont les suivantes : la première, donnée par Maxwell,

$$(1) \qquad \rho = m\frac{n^2}{\lambda^2}\left(n - \lambda\frac{dn}{d\lambda}\right);$$

la deuxième, par M. C. Neumann,

(2) $$\rho = m\left(n - \lambda\frac{dn}{d\lambda}\right);$$

enfin la troisième

(3) $$\rho = m\frac{1}{\lambda^2}\left(n - \lambda\frac{dn}{d\lambda}\right),$$

m étant une constante. Les deux dernières ont donné des nombres absolument contraires aux observations de Verdet; celle de Maxwell, tout en s'en rapprochant davantage, laissait encore beaucoup à désirer.

» Si, au contraire, on suppose que la période des vibrations circulaires change en même temps que leur vitesse, on démontre aisément, comme l'a fait M. Mascart dans son Cours au Collège de France, que le pouvoir rotatoire peut être représenté par l'expression

(4) $$\rho = c\frac{1}{\lambda}\left(n - \gamma\lambda\frac{dn}{d\lambda}\right),$$

les constantes c et γ étant dans un rapport simple avec les coefficients de variation de la vitesse et de la période. Cette formule satisfait assez exactement aux expériences de Verdet sur la créosote, mais elle ne convient pas pour le sulfure de carbone. Il fallait s'assurer si ces différences étaient dues à la formule ou à des erreurs d'expériences. J'ai repris cette étude avec les mêmes liquides, mais en apportant quelques modifications importantes à la méthode. Une des causes d'erreur les plus graves est la variation du champ pendant la durée des mesures sur une même substance; ce champ, n'étant pas uniforme, agit, quand il varie, sur la rotation suivant des lois qui ne sont pas comparables entre elles. J'ai éliminé complètement cette cause, en observant non plus les rotations absolues dans chaque liquide, mais leur rapport pour chaque raie du spectre successivement. Cette mesure peut se faire dans un temps assez court pour que le champ ne varie pas d'une façon sensible.

» Les deux liquides sont contenus dans des tubes de $0^{m},05$ de long, fermés par des glaces non trempées et placés sur un même support dans un champ magnétique presque uniforme de 3500 (C.G.S.) environ. La méthode optique est celle de MM. Fizeau et Foucault.

» L'influence des changements de température sur les indices n'est pas moins importante : une augmentation de 1° diminue l'indice du sulfure de

carbone relatif à la raie D de 1 unité du troisième ordre décimal. J'ai calculé avec soin les coefficients de variation propres à chaque raie du spectre de B à G; j'ai pu ainsi ramener tous les indices à 25°, température à laquelle j'observais les rotations, et les relier aux longueurs d'onde par les formules

$$n = 1,57848 + \frac{112,284}{\lambda^2} + \frac{95263}{\lambda^4}$$

pour le sulfure de carbone, et

$$n' = 1,50810 + \frac{64,812}{\lambda^2} + \frac{40528}{\lambda^4}$$

pour la créosote.

» J'ai commencé par essayer de nouveau la formule de Maxwell. Soient

$$\rho = mf(\lambda),$$
$$\rho' = m'\varphi(\lambda)$$

les pouvoirs rotatoires des deux liquides pour la même raie; on doit avoir, en posant $\frac{\rho}{\rho'} = a$,

$$a\frac{\varphi(\lambda)}{f(\lambda)} = \text{const.};$$

or le calcul donne

C.	D.	E.	F.	G.
1,3357	1,2765	1,2416	1,225	1,1860

quantité qui varie de $\frac{1}{9}$ de sa valeur.

» D'après la formule de M. Mascart, le rapport des rotations est donné par l'expression

$$a = k\frac{n - \gamma\lambda\frac{dn}{d\lambda}}{n' - \gamma'\lambda\frac{dn'}{d\lambda}};$$

la suite des valeurs de a fournie par l'expérience est

C.	D.	E.	F.	G.
1,5997	1,5477	1,5360	1,5388	1,5477

» Au moyen des nombres correspondant aux raies C, E, G on trouve

les constantes k, γ et γ',

$$\left.\begin{array}{l}\gamma = -34,67 \\ \gamma' = -57,82\end{array}\right\} k = 1,266.$$

On peut alors calculer la quantité a correspondant aux raies D et F ; la comparaison est faite dans le Tableau suivant :

	a observé.	a calculé.	Différence O — C.
D	1,5477	1,5478	—0,0001
F	1,5388	1,5375	+0,0013

» L'erreur relative sur la raie F n'est que de $\frac{1}{1200}$. La formule (4) semble donc justifiée, du moins dans le cas des deux liquides employés, et dans l'intervalle de C à G. Je compte d'ailleurs opérer sur d'autres substances, notamment sur les verres. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Enregistreur mécanique et automatique des signaux transmis par les télégraphes et les projecteurs optiques.* Note de M. **E. Ducretet**, présentée par M. F. Perrier.

« Les appareils destinés aux transmissions optiques comprennent généralement, renfermés dans une boîte : un *objectif d'émission*, au foyer principal duquel se trouve la *source lumineuse;* un *manipulateur* et une *lunette réceptrice*. Un *petit écran*, commandé par le manipulateur, intercepte les *rayons* de la source lumineuse; ils sont lancés et dirigés dans l'espace lorsque l'écran est déplacé par le jeu du manipulateur. Ces rayons sont reçus par le poste optique correspondant. On réalise ainsi en rayons lumineux, suivant la durée d'émission, brève ou longue, les signaux conventionnels du genre Morse. La correspondance terminée, un verrou fixe le manipulateur et par suite l'écran, dans la position du *feu fixe*, ou rayon continu dans l'espace.

» Cette transmission offre de grands avantages par sa simplicité, mais elle a l'inconvénient de ne laisser aucune trace matérielle, automatique, des dépêches transmises et reçues. Un télégramme mal transmis ou mal collationné laisse subsister une ambiguïté sujette à contestations et engage

de graves responsabilités. Il est donc évident qu'il y a une très grande importance, surtout dans les opérations militaires, à pouvoir garder une trace, indéniable, *automatique*, des dépêches transmises et répétées.

» En 1873, au moment où je construisais le télégraphe optique du colonel Laussedat, ce savant officier supérieur m'avait démontré l'importance qu'il y aurait à conserver la trace matérielle des signaux optiques; nos essais divers d'application du Morse électrique ordinaire ne nous donnèrent pas les résultats pratiques que nous en attendions.

» Le nouvel appareil que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie donne cette solution par des moyens entièrement *mécaniques* et *automatiques;* il pourra être aisément appliqué aux grands projecteurs électriques et aux appareils optiques, militaires, des postes fixes. Un modèle plus réduit sera combiné pour les appareils de campagne plus portatifs.

» Ce dispositif rend automatiques l'*émission* des signaux optiques et leur *inscription*, cela sans aucune préoccupation ni préparation de la part du télégraphiste. Il assure ainsi la sécurité et le contrôle des dépêches transmises et reçues, chaque poste devant répéter celles qu'il a reçues de son correspondant optique. Au repos ou dans la position du *feu fixe*, automatiquement, aucune dépêche ne peut être reçue ni transmise. L'appareil mis en marche, tous les mouvements communiqués au manipulateur, et par suite au rayon d'émission, sont inscrits automatiquement sur la bande de papier. Toute responsabilité est ainsi enlevée aux télégraphistes, lesquels, sachant que toutes leurs opérations seront imprimées automatiquement, apporteront tout le soin et l'attention nécessaires.

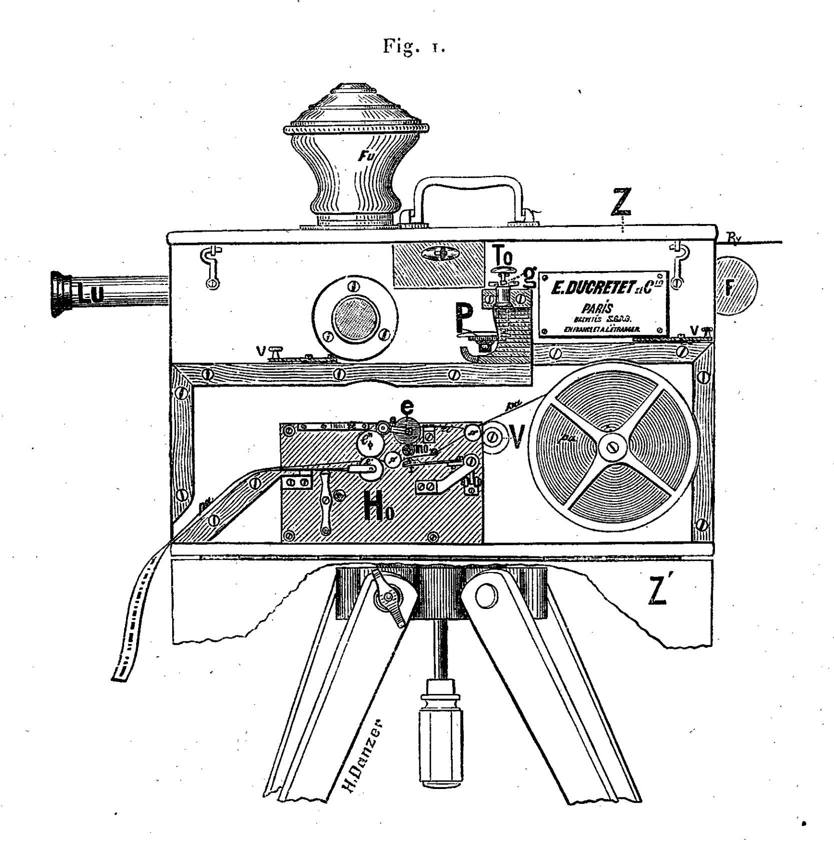
» Suivant la *fig*. 1 ci-après, la pédale-manipulateur P agit, par l'intermédiaire d'une tige articulée, sur un système de leviers combinés pour produire automatiquement le déclenchement d'un rouage et le déroulement de la bande de papier; en même temps elle produit l'impression du signal, bref ou long, et l'ouverture d'émission du rayon lumineux.

» Tous ces organes sont solidaires; ils sont commandés, automatiquement, *d'un seul coup,* par le jeu d'une seule pièce, en forme de verrou, V, produisant rapidement la mise en marche ou l'arrêt.

» Au repos, l'appareil est toujours dans la position du *feu fixe;* le verrou V est alors poussé à fond et, dans le même temps, il enraye le rouage Ho et la pédale-manipulateur P; en même temps aussi, par le passage de la tige t sur t', le tampon encreur s'éloigne de la molette imprimeur. Pendant toute la durée du *feu fixe* ou du repos, l'encre du tampon ne peut

s'écouler sur la molette, et par suite sur le papier. Dans cette position du *feu fixe*, la manipulation est rendue rigoureusement impossible.

Fig. 1.

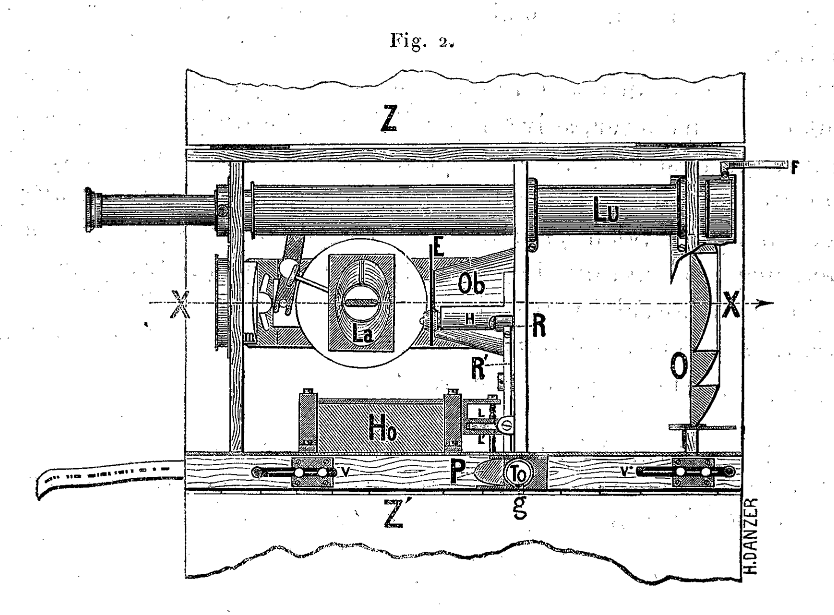


» Au signal convenu entre les deux postes optiques en station, on tire le verrou V; comme dans le premier cas, *ce seul mouvement,* automatiquement, supprime le *feu fixe*, l'écran E intercepte alors l'ouverture d'émission XX des rayons de la source lumineuse; dans le même temps, le rouage est dégagé, il laisse défiler la bande de papier; la pédale P est rendue libre et le tampon encreur se met en contact avec la molette Mo. Tous les mouvements, brefs ou longs, communiqués à la pédale P, et par suite à l'écran E, sont alors imprimés sur la bande de papier sans fin. Le télégramme optique terminé, on pousse le verrou V et tout rentre dans la position première : *feu fixe*, ou repos.

» Aux deux postes, départ et arrivée, tout se réduit donc, sans préoccupations ni préparations, à un seul mouvement pour l'arrêt ou la mise

en marche. Tout le système est à l'abri; la bande de papier seule est visible dans la partie imprimée, donnant *exactement* ce qui a été lancé dans l'espace. Ce télégramme peut être ensuite détaché de l'appareil, après

Fig. 2.



avoir été signé et daté par le poste des télégraphistes, et mis en lieu sûr, réglementaire. »

PHYSIQUE. — *Courbes magnétiques isoclines*. Deuxième Mémoire de M. C. **Decharme**. (Extrait par l'auteur.)

« La précédente Communication que j'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie (¹) avait pour objet les courbes magnétiques *isogoniques*, relatives à la *déclinaison*. La présente Note a trait aux courbes *isoclines*, obtenues avec la boussole d'inclinaison. Ces nouvelles expériences font donc suite aux précédentes et les complètent.

» Je rappellerai que chacune des courbes, dans le cas actuel, représente, comme précédemment, les positions successives d'un pôle d'aimant qui, en se déplaçant dans le plan de projection, produit sur l'aiguille d'inclinaison une déviation constante.

» Il y a lieu de distinguer, pour le plan de projection des courbes, diverses positions dont voici les principales.

(¹) *Comptes rendus*, séance du 25 avril 1887, p. 1163.

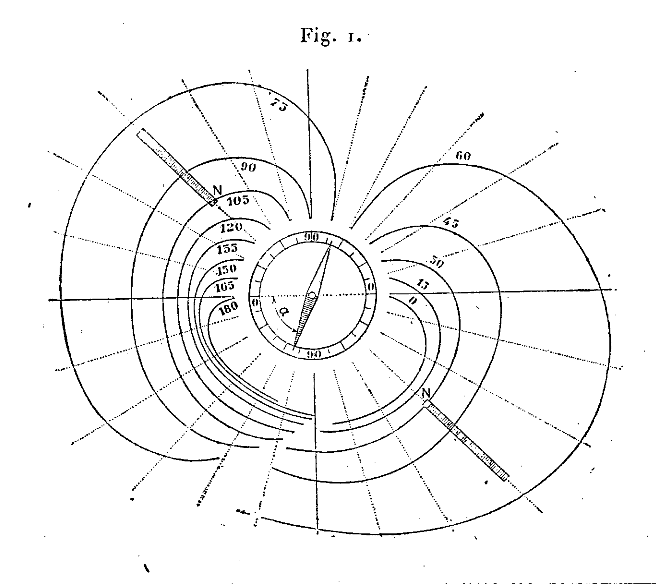
» Le plan de projection est : 1° *vertical*, coïncidant avec le méridien magnétique, ou perpendiculaire à ce plan ; 2° *horizontal*, passant par l'axe de rotation de l'aiguille; 3° *oblique à l'horizon*, passant par l'axe de l'aiguille dans sa position normale (66°8') et perpendiculaire au méridien magnétique.

» Dans chacune des positions du plan de projection, il y a quatre cas principaux à considérer, suivant que l'aimant est dirigé vers le centre de l'aiguille ; qu'il est *vertical* ou perpendiculaire au méridien magnétique ; *horizontal* ou parallèle au méridien magnétique, perpendiculaire au plan de projection. De plus, dans chacun de ces cas, il faut encore distinguer deux circonstances, suivant que le pôle inducteur (servant à tracer les courbes par points) est boréal ou austral.

» De tous ces cas nombreux, je ne citerai ici que les suivants qui offrent les principaux types exposés dans le Mémoire (¹).

» La *fig.* 1 représente le système de courbes obtenues quand le plan de projection coïncide avec le méridien magnétique, l'aimant (²) ayant son axe polaire dirigé vers le centre de l'aiguille (³), son pôle nord traçant la courbe.

Fig. 1.



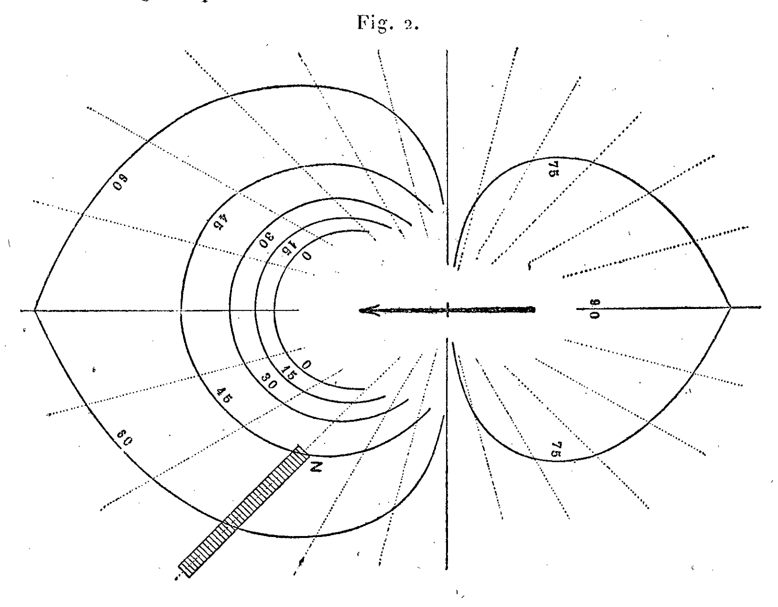
(¹) Le Mémoire contient 14 figures des divers systèmes de courbes isoclines.

(²) Longueur de l'aimant : 0m,12 ; largeur : 0m,01 ; épaisseur : 0m,005 ; force portante : 60gr.

(³) Aiguille en losange, grande diagonale = 0m,123 ; petite diagonale = 0m,011 ; épaisseur = 0,0008 ; force portante 4gr.

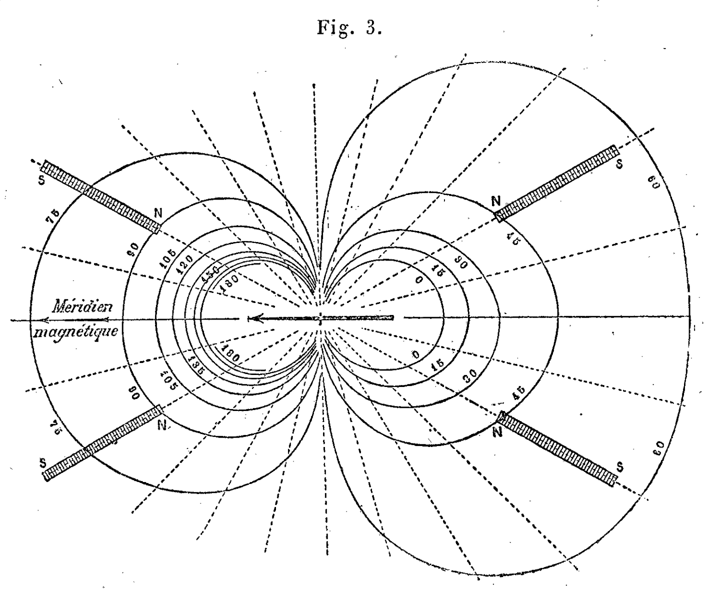
» La *fig.* 2 correspond au cas où le plan de projection est vertical et perpendiculaire au méridien magnétique.

Fig. 2.



» Dans la *fig.* 3, le plan de projection est horizontal et passe par l'axe de rotation de l'aiguille.

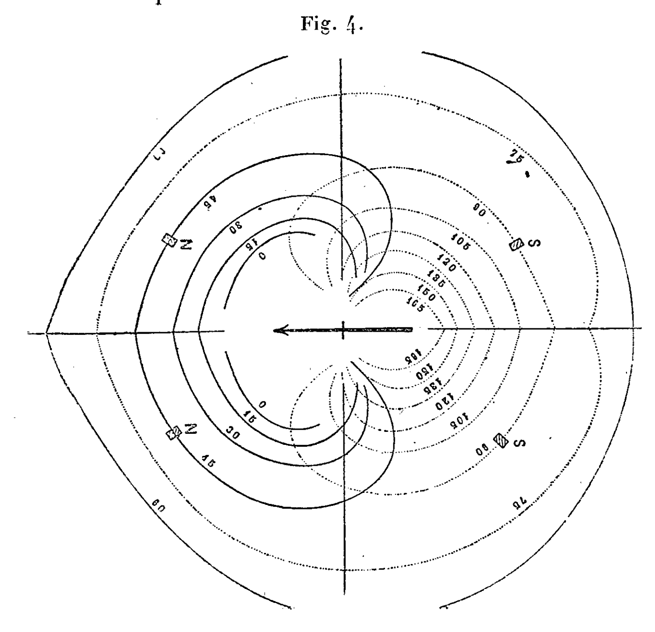
Fig. 3.



» La *fig.* 4 montre le système de courbes, lorsque le plan de projection, perpen-

diculaire au méridien magnétique, passe par l'axe d'inclinaison, l'aimant inducteur étant perpendiculaire à ce plan.

Fig. 4.



» Dans tous les cas, les angles sont comptés en sens inverse du mouvement des aiguilles d'une montre, de 0° à 180° de part et d'autre du diamètre horizontal du cercle gradué. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau mode de formation des safranines substituées*. Note de MM. **Ph. Barbier** et **Léo Vignon**, présentée par M. Berthelot.

« On a constaté, il y a quelques années, que les dérivés nitrosés des monamines tertiaires aromatiques, en agissant sur les monamines primaires de la même série, donnent naissance à des matières colorantes. La nature de ces matières colorantes n'ayant pas été déterminée, nous avons entrepris l'étude de cette réaction. Ce sont les résultats de ce travail que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie.

» Nos expériences ont porté sur la paranitrosodiméthylaniline et l'aniline : ces corps peuvent entrer en réaction au sein de divers dissolvants. Après avoir mis en œuvre successivement l'eau, un excès de monamine, l'acide acétique cristallisable, nous avons constaté que, dans tous ces mi-

lieux, la réaction, nulle à la température ordinaire, devient, vers 80°, extrêmement vive, tumultueuse, et qu'il est presque impossible de la régler.

» Tout autres sont les résultats, si l'on opère dans l'alcool éthylique à 92°. Les corps entrent en réaction au point d'ébullition de ce dissolvant : en employant un appareil à reflux, la masse réagissante se maintient d'elle-même à une température oscillant entre 78° et 80°.

» Si l'on chauffe, au bain-marie, dans ces conditions, du chlorhydrate de paranitrosodiméthylaniline $C^6H^4, \underset{(1)}{AzO}, \underset{(4)}{Az}(CH^3)^2, HCl$ (1^{mol}) et de l'aniline (1^{mol}), dissous dans huit fois leur poids d'alcool éthylique à 92°, on constate vers 78° une réaction très nette. Quand on opère sur des quantités de matière assez considérables (200^{gr} de nitrosodiméthylaniline), la chaleur dégagée par la réaction est assez grande pour maintenir l'alcool en ébullition pendant quinze ou vingt minutes. En continuant à chauffer, la liqueur, jaune au début, brunit, puis prend une vive couleur rouge violacé; au bout de deux ou trois heures, la réaction est terminée.

» Par le refroidissement, la liqueur laisse déposer une substance solide, qu'on sépare par filtration. Après des lavages à l'eau acidulée d'acide chlorhydrique, et des cristallisations répétées dans le toluène bouillant, le corps est complètement pur; il se présente sous forme de paillettes cristallines brillantes, de couleur brune.

» Presque insoluble dans l'eau, il se dissout, avec une couleur rouge foncé, dans les acides concentrés; les acides étendus le dissolvent en petite proportion. Il fond imparfaitement en un liquide visqueux, à 218°-220°, sans émettre de vapeurs.

» Soumis à l'analyse élémentaire, $0^{gr},1970$ de matière ont donné $0^{gr},5173$ d'acide carbonique et $0^{gr},135$ d'eau. Soit

	Pour 100.
C	71,6
H	7,61

» La formule $C^{16}H^{20}Az^4$ exige

	Pour 100.
C	71,6
H	7,4

» Réduit par le zinc et l'acide sulfurique étendu, dans des conditions convenables, ce corps fournit presque quantitativement de la diméthylparaphénylènediamine $C^6H^4\underset{(1)}{AzH^2}, \underset{(4)}{Az}(CH^3)^2$.

» Ce dédoublement, joint à nos résultats analytiques et aux caractères que nous venons d'énumérer, nous autorise à envisager le corps comme du tétraméthyldiamidoazobenzol.

» La solution alcoolique, séparée par filtration du tétraméthyldiamidoazobenzol, possède une belle couleur rouge violacé; évaporée au bain-marie, elle abandonne un résidu visqueux, fortement coloré, que nous avons épuisé par des lavages à l'eau bouillante. La majeure partie du résidu est entrée en dissolution, en fournissant une liqueur d'un rouge violacé intense. Additionnée d'une solution de carbonate de sodium, cette liqueur abandonne un précipité qui a été séparé par le filtre. La nouvelle solution, précipitée par le chlorure de sodium, filtrée, laisse une matière colorante possédant tous les caractères qualitatifs de la diméthylphénosafranine. Nous avons achevé la purification de cette substance, par des dissolutions, des traitements au carbonate de sodium et des précipitations successives. Finalement nous avons recueilli une matière colorante parfaitement cristallisée, identique à la diméthylphénosafranine obtenue par l'oxydation de la diméthylparaphénylènediamine et de l'aniline.

» Nous avons préparé le chloroplatinate de ce corps et dosé le platine dans ce composé. $0^{gr},312$ de matière ont donné 0,060 de platine, soit 19,2 pour 100; la théorie exige 18,94 pour 100.

» En résumé, nous avons obtenu, par la réaction du chlorhydrate de paranitrosodiméthylaniline sur l'aniline en solution alcoolique, du tétraméthylodiamidoazobenzol de la diméthylphénosafranine.

» Si l'on se reporte à nos recherches sur la constitution de la phénosafranine (¹), on peut représenter la formation de ces deux corps par l'équation suivante

$$3[C^6H^4AzOAz(CH^3)^2HCl] + 2[C^6H^5AzH^2]$$
$$= C^{16}H^{20}Az^4 + C^{20}H^{19}Az^4Cl + 3H^2O + 2HCl.$$

» Dans une prochaine Communication, nous ferons connaître un nouveau mode de formation des safranines, par l'action des dérivés amidoazoïques sur les carbures monobenziniques mononitrés, en présence des réducteurs. »

(¹) *Recherches sur la phénosafranine* (*Bulletin de la Société chimique de Paris*, t. XLVIII, p. 338).

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de formation du zinc-éthyle.* Note de M. **Guntz**, présentée par M. Berthelot.

« Pour arriver à mesurer la chaleur de formation du zinc-éthyle, j'ai utilisé la décomposition de cette substance par l'acide sulfurique étendu, la réaction étant la suivante

$$C^4H^5Zn \text{ liq.} + HSO^4 \text{ diss.} = C^4H^6 \text{ gaz} + ZnSO^4 \text{ diss.}$$

» Cette réaction est très difficile à effectuer calorimétriquement sur un poids notable de matière. Après de nombreux tâtonnements, j'ai cependant pu réaliser cette décomposition dans un calorimètre et mesurer, d'une façon précise, la chaleur dégagée dans la réaction.

» Voici la méthode employée : on place, dans un calorimètre d'un litre, un vase cylindrique en verre mince, d'une capacité de 400^{cc} environ; à la partie supérieure de cette cloche, on a soudé un tube en ⊢ dont la branche horizontale est munie d'un robinet, la branche verticale laissant passer la tige d'un écraseur. On remplit l'appareil d'une solution d'acide sulfurique ($1^{éq} = 8^{lit}$), puis on fait flotter, à la partie supérieure du vase de verre, deux ou trois ampoules contenant un poids connu de zinc-éthyle ($0^{gr},600$ au plus dans chaque ampoule). On arrive à ce résultat en ne remplissant pas complètement les ampoules. L'équilibre de température établi dans le calorimètre, on casse successivement les ampoules, en ayant soin de ne laisser échapper le gaz de la cloche, après la rupture de chaque ampoule, que lorsqu'il a repris la température du liquide calorimétrique.

» Dans ces conditions, les expériences sont très concordantes. Ainsi j'ai trouvé, dans trois expériences successives à $12°$, les nombres

$$+39^{Cal},8, \quad +39^{Cal},8, \quad +40^{Cal},15. \qquad \text{Moyenne : } +39^{Cal},9$$

pour la réaction

$$C^4H^5Zn \text{ liq.} + nHSO^4 \, (1^{éq} = 8^{lit}) = ZnSO^4 \text{ diss.} + C^4H^6 \text{ gaz} \ldots\ldots \quad +39^{Cal},9$$

» J'ai répété la même décomposition en employant de l'acide chlorhydrique à la place d'acide sulfurique, et j'ai trouvé que

$$C^4H^5Zn \text{ liq.} + nHCl \, (1^{éq} = 8^{lit}) = ZnCl \text{ diss.} + C^4H^6 \text{ gaz} \ldots\ldots\ldots \quad +39^{Cal},0$$

» Dans les expériences précédentes, $ZnSO^4$ et $ZnCl$ sont en dissolution très étendue et en présence d'un excès d'acide. Pour avoir des données comparables, il faut tenir compte de ces circonstances.

» J'ai trouvé que, dans les conditions de mes expériences,

$$ZnSO^4 (1^{éq} = 4^{lit}) + n HSO^4 (1^{éq} = 8^{lit}) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad - 0^{Cal},5$$
$$ZnCl \ (1^{éq} = 4^{lit}) + n HCl \ (1^{éq} = 8^{lit}) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad + 0^{Cal},1.$$

On peut en déduire que

$$C^4H^5Zn \text{ liq.} + HSO^4 (1^{éq} = 4^{lit}) = ZnSO^4 (1^{éq} = 4^{lit}) + C^4H^6 \text{ gaz dégage} \ldots\ldots \quad + 39^{Cal},9 + 0^{Cal},5 = +40^{Cal},4$$
$$C^5H^4Zn \text{ liq.} + HCl \ (1^{éq} = 4^{lit}) = ZnCl \ (1^{éq} = 4^{lit}) + C^4H^6 \text{ gaz dégage} \ldots\ldots \quad + 39^{Cal},0 - 0^{Cal},1 = \ 38^{Cal},9$$

» En partant de ces deux valeurs, le calcul donne pour la réaction

$$(C^4H^5Zn)^2 \text{ liq.} + H^2O^2 \text{ liq.} = 2(ZnOHO) \text{ précipité} + 2(C^4H^6) \text{ gaz} \ldots\ldots \quad + 2 \times 28^{Cal},9 = +57^{Cal},8$$

$+ 28^{Cal},9$ étant la moyenne des deux valeurs trouvées en effectuant le calcul en partant de la décomposition du zinc-éthyle, soit par l'acide sulfurique, soit par l'acide chlorhydrique.

» La décomposition du zinc-éthyle par l'eau dégage donc une énorme quantité de chaleur, et c'est ce qui explique l'énergie de cette réaction; cela explique aussi pourquoi le zinc-éthyle peut servir à effectuer, en Chimie organique, des substitutions qui absorberaient de la chaleur si elles se produisaient directement, le zinc-éthyle par sa décomposition fournissant la chaleur nécessaire pour que la réaction totale s'accomplisse avec dégagement de chaleur.

» Calculons la chaleur de formation du zinc-éthyle à partir de l'hydrure d'éthylène et du zinc

$$Zn^2 \text{ sol.} + 2C^4H^6 \text{ gaz} = (ZnC^4H^5)^2 \text{ liq.} + H^2 \ldots\ldots \quad - 2 \times 21^{Cal},6 = -43^{Cal},2$$

ce qui donne pour la chaleur de formation, à partir des éléments,

$$Zn^2 \text{ sol.} + C^8 \text{ sol.} + H^{10} \text{ gaz} = (C^4H^5Zn)^2 \text{ liq} \ldots\ldots \quad - 2 \times 15^{Cal},9 = -31^{Cal},8$$

» Le zinc-éthyle est donc formé avec une absorption de chaleur considérable, soit à partir de ses éléments, soit à partir de l'hydrure d'éthylène et du zinc.

» Je me propose de rechercher si, parmi les composés comme le stannéthyle, il s'en trouve d'autres jouissant de la même propriété. »

PHYSIOLOGIE. — *Échanges gazeux pulmonaires dans la respiration de l'homme. Variations de l'azote.* Note de MM. **F. Jolyet, J. Bergonié** et **C. Sigalas**, présentée par M. Bouchard.

« Dans une précédente Note, nous avons décrit un appareil pour l'étude de la respiration de l'homme. Nous venons aujourd'hui soumettre à l'Académie une partie des résultats qu'il nous a fournis. Nous insisterons surtout sur les variations de l'azote, nous contentant de donner à la fin, résumés dans un Tableau, les chiffres relatifs à l'oxygène absorbé et à l'acide carbonique exhalé.

» Les expériences relatives aux variations de l'azote dans la respiration des animaux ont conduit leurs auteurs à des résultats très différents; les uns admettent une absorption; les autres, et ce sont les plus nombreux, une exhalation de ce gaz. Pour l'homme, il y a absence complète de documents sur ce point. On peut même dire que les méthodes suivies étaient incapables de donner la solution de ce problème, ne réunissant pas les conditions nécessaires pour le dosage exact de tous les gaz de la respiration et en particulier de l'azote. Ces conditions, nous croyons les avoir remplies :

» 1° En réduisant au minimum le volume, exactement déterminé au début et à la fin de l'expérience, de l'air soumis à la respiration.

» 2° En analysant toujours l'oxygène destiné à remplacer celui qui est consommé pendant l'expérience; car, quelques précautions que l'on prenne pour sa préparation à l'état de pureté, il contient toujours une quantité d'azote appréciable. Cet azote pénètre dans l'appareil avec l'oxygène et tend à produire, si l'on n'en tient pas compte, une augmentation du taux de ce gaz, pouvant faire conclure à une exhalation, alors qu'en réalité il y aurait absorption.

» 3° En faisant en sorte que la séparation de l'air pulmonaire d'avec l'air soumis à la respiration, lorsque l'expérience est terminée, enlève une quantité d'air identique comme volume et comme composition à celle que la mise en communication avec l'appareil avait ajoutée au début.

» Il est évident que si, mettant son poumon en communication avec l'appareil à l'état de *repos expiratoire*, état toujours facile à reproduire exactement, le sujet le soustrait à la fin de l'expérience dans ce même

état, et si, d'autre part, la composition de l'air est restée la même qu'au début, cette dernière condition sera remplie ([1]).

» Dans toutes nos expériences, faites en observant rigoureusement ces conditions, nous avons constaté une absorption d'azote. Le sens du phénomène était déjà très nettement indiqué dès le début de nos recherches, le volume de l'air soumis à la respiration étant de 35^{lit}.

» Pour avoir une certitude plus grande, nous avons mis à profit l'élasticité de notre appareil relative à la possibilité de restreindre considérablement ses dimensions et nous avons expérimenté :

» 1° En supprimant la cloche et respirant dans le courant d'air pur entretenu par le va-et-vient des pipettes. Le volume total était ainsi réduit à 20^{lit}.

» 2° En supprimant ensuite les pipettes elles-mêmes et respirant alors directement dans un des condenseurs, muni du sac, contenant 6^{lit} d'air ([2]).

» Sans vouloir affirmer aujourd'hui que l'absorption de l'azote est un phénomène absolument constant dans la respiration pulmonaire de l'homme, nous pouvons du moins dire qu'il s'est montré tel dans les expériences déjà nombreuses faites sur nous-mêmes. Pour l'un d'entre nous en particulier, cette absorption n'a jamais été inférieure aux $\frac{8}{1000}$ et s'est élevée le plus souvent jusqu'aux $\frac{2}{100}$ de l'oxygène consommé.

» Cette même absorption nous semble également devoir être admise pour les animaux. Nous l'avons constatée dans trois expériences que nous avons faites sur le chien, l'animal respirant par la trachée dans l'appareil.

» On peut en trouver d'un autre côté la confirmation dans l'analyse comparative, au point de vue de l'azote, du sang pris au même moment à

([1]) Dans ce cas particulier, le sujet en expérience fait d'abord dans l'appareil une inspiration dont le volume mesuré a été introduit au préalable dans le sac de caoutchouc. Il finit par une expiration dont le volume est également déterminé.

([2]) La respiration s'exécutait dans ce cas aussi librement que dans les autres séries d'expériences. Dans une expérience qui a duré une heure un quart, la composition de l'air du condenseur était :

	Pour 100.
O........................	20,4
Az........................	79,6

l'oxygène du réservoir contenant 1,8 pour 100 d'azote. Lorsque cet oxygène contient moins d'azote, l'atmosphère confinée s'enrichit en oxygène.

son entrée et à sa sortie du poumon. Le sang du cœur gauche contient toujours un peu plus d'azote.

» Nos analyses, faites dans ce but spécial, nous ont donné comme moyenne les chiffres suivants. 100^{cc} de sang du cœur droit et du cœur gauche contiennent :

	Cœur droit.	Cœur gauche.
Azote (à 0° et à 760°)	1,66	1,83

» Le Tableau suivant résume les résultats de nos expériences touchant les variations de l'oxygène, de l'acide carbonique et de l'azote dans la respiration pulmonaire de l'homme. Les chiffres sont rapportés au kilogramme et à l'heure.

Poids de l'individu.	CO^2 exhalé.	O absorbé.	$\frac{CO^2}{O}$.	Az absorbé.	Observations.
	cc	cc			
52^{kg}......	298	259	0,869	4^{cc},3	Moyenne de sept expériences au repos et à jeun.
	317	275	0,867		Moyenne de sept expériences en digestion.
66^{kg}......	309	257	0,831	5^{cc},0	Moyenne de quatre expériences en digestion et au repos.

» Dans une troisième Note, nous ferons connaître les résultats de nos expériences comparatives sur la respiration pulmonaire et cutanée chez l'homme [1]. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Recherches sur l'origine bovine de la scarlatine. Contagion de la vache à l'enfant.* Note de M. **Picheney.**

Ce travail, trop étendu pour trouver place en entier dans les *Comptes rendus,* peut être résumé comme il suit dans ses traits principaux. L. P.

« Des médecins anglais ont été amenés, dans ces dernières années, à cette conclusion inattendue, que la scarlatine avait souvent, sinon tou-

(1) Ce travail a été exécuté dans le laboratoire de M. Jolyet, à la Faculté de Médecine de Bordeaux.

jours, pour première origine le lait de vache, quand l'animal est atteint d'une maladie encore mal définie, dont un des symptômes est souvent l'existence, sur le pis et les mamelles de la vache, d'ulcérations commençant par de petites papules qui s'agrandissent, s'ulcèrent et s'accompagnent d'une tuméfaction entourée d'une zone d'induration. Une fois produites, ces papules se recouvrent d'une croûte qui se dessèche, s'exfolie et ne laisse pas de trace apparente. Les animaux maigrissent, leur respiration est oppressée et, si on les fait abattre, on trouve leurs poumons, leurs reins et leur foie fortement congestionnés.

» Le Dr Klein pense que le lait ne renferme pas de micro-organismes, mais que ce liquide s'infecte d'un parasite microbe au moment où l'on trait la vache dont le pis est ulcéré. Les ulcères et les autres désordres que nous venons de citer seraient dus à ce microbe dont le lait, après la traite, serait un excellent milieu de culture. Ce microbe donnerait la scarlatine à l'homme par l'intermédiaire du lait ainsi contaminé au moment de la traite.

» L'enfant d'un capitaine du régiment d'infanterie de la garnison de Besançon fut atteint d'une scarlatine grave. M. Picheney, ami du capitaine, et qui avait été très frappé de la lecture des travaux anglais dont nous venons de parler, fit une enquête rigoureuse sur l'origine du lait que cet enfant consommait chaque jour avant sa maladie. Le lait bu par cet enfant subissait toujours l'ébullition; mais il y eut à cet usage une exception, un certain dimanche où l'enfant avait été conduit par son père dans une ferme, à quelques kilomètres de la ville. Ce jour-là, l'enfant avait bu, à plusieurs reprises, un verre de lait chaud sortant du pis de la vache de la ferme. L'enquête faite par M. Picheney apprit, en outre, que cette vache sortait de maladie, maladie qui avait été caractérisée par une hématurie, toutefois sans ulcération des mamelles de la vache.

» Dès le lendemain du dimanche où l'enfant avait bu le lait cru, il se trouva indisposé, pris de frissons, présentant tous les signes prodromiques d'une fièvre de nature éruptive. Le jour suivant, le médecin du régiment, M. Ollivier, constatait les débuts d'une scarlatine non équivoque.

» Dans la famille du fermier se trouvaient quatre enfants. Deux d'entre eux, une petite fille et un petit garçon, buvaient chaque jour deux ou trois verres de lait de la vache au moment de la traite. Les deux autres n'en prenaient pas. Or les deux premiers furent atteints d'une scarlatine bénigne; les deux autres ne furent pas malades. M. Picheney, dont le travail renferme, en outre, des détails sur la maladie des vaches

qui peuvent provoquer la scarlatine, n'hésite pas à penser que les enfants dont nous venons de parler ont eu une scarlatine d'origine bovine, et il se range tout à fait à l'opinion qui a été soutenue, depuis une année ou deux, par des médecins et des vétérinaires de la Grande-Bretagne. »

PHYSIOLOGIE. — *Étude des déplacements du centre de gravité dans le corps de l'homme pendant les actes de la locomotion.* Note de M. **Demeny**, présentée par M. Marey.

« Dans les essais que nous avons faits en collaboration avec M. Marey pour déterminer la valeur des forces d'impulsion et celle du travail mécanique dépensé dans la locomotion de l'homme, nous avons sciemment commis des erreurs en nous servant seulement des données cinématiques fournies par la photo-chronographie. Nous avons, en effet, appliqué au mouvement du sommet de la tête des calculs qui ne sont vrais que pour le mouvement du centre de gravité de la masse entière du corps.

» La position du centre de gravité dans le corps humain varie, il est vrai, à chaque mouvement des membres, mais il suffirait de connaître, à chaque instant, la valeur relative de son déplacement par rapport au sommet de la tête pour déduire de la trajectoire de ce sommet, connue exactement par la photo-chronographie, la trajectoire inconnue du centre de gravité. Dans ce but, nous avons construit un instrument de mesure, qui donne facilement, pour une attitude quelconque, la position du centre de gravité dans le corps de l'homme.

» Cet instrument se compose d'un lit de sangle pouvant osciller sur des couteaux, autour de deux axes horizontaux et rectangulaires, constituant une suspension de Cardan très mobile. Pour déterminer la quantité dont le centre de gravité du corps se déplace dans le plan vertical et dans les deux sens vertical et horizontal, quand on passe de l'attitude droite à une autre attitude de la marche, de la course ou du saut, on opère de la manière suivante :

» On place le sujet sur le lit dans l'attitude allongée, et couché sur le flanc, de façon que le centre de gravité soit sur la verticale passant par le croisement des deux axes de suspension. Ceci se voit facilement au moyen d'un long index oscillant avec tout le système au devant d'un repère. Le sujet en expérience prend ensuite une attitude désignée; l'index est

dévié : on rétablit l'équilibre au moyen de poids marqués, placés sur le cadre du lit et dont le moment est connu.

» Si P est le poids du corps, p le poids additionnel agissant au bout d'un bras de levier de 1^{m}, la quantité dont se déplace le centre de gravité dans le corps en passant de l'attitude allongée, comme celle de la station à une attitude quelconque, sera représentée par le rapport $\frac{p}{P}$. Cela aura lieu pour les deux sens rectangulaires déterminés par la position de l'homme sur le lit et par la direction des deux axes des couteaux de suspension.

» *Déplacement vertical du centre de gravité.* — Les mesures que nous avons faites avec cette balance nous ont montré quelques faits intéressants.

» Les déplacements du centre de gravité dans les attitudes différentes de la marche, de la course et du saut sont loin d'être négligeables dans la mesure du travail par les données cinématiques. Au moment du double appui, les deux jambes écartées, la tête est abaissée au maximum; mais le centre de gravité est alors élevé dans cette attitude de 3^{cm} à 4^{cm}. D'autre part, au moment du maximum d'élévation de la tête, c'est-à-dire au milieu de l'appui d'un pied, la jambe suspendue est légèrement fléchie et par suite le centre de gravité n'est élevé que de 15^{mm} environ.

» La valeur réelle de l'oscillation du centre de gravité, dans un pas de marche, chez un sujet moyen et normal, et dans le cas considéré, sera donc égale à la valeur apparente de l'oscillation du sommet de la tête, soit 5^{cm} diminués de la différence des deux déplacements précédents ($4^{cm} - 1^{cm},5$), c'est-à-dire $2^{cm},5$ environ.

» Dans la course, au contraire, les oscillations verticales du centre de gravité sont plus grandes que celles que nous avons indiquées [1]. Au moment du minimum d'abaissement de la tête, qui a eu lieu pendant l'appui, le centre de gravité est élevé de 2^{cm} et dans l'attitude de la suspension de 4^{cm} environ. La différence 2^{cm} ajoutée à la valeur de l'oscillation de la tête, qui est 3^{cm} pour le rythme 120 pas à la minute, représente la valeur de l'oscillation réelle du centre de gravité.

» Dans le saut, le déplacement vertical du centre de gravité peut aller jusqu'à 18^{cm} lorsque le sauteur se ramasse en élevant les bras pendant la suspension et nous avons vu [2] de combien la trajectoire de la tête diffère

---

(1) M. et D., *Mesure du travail dans la locomotion humaine.*
(2) M. et D., *Mécanisme du saut.*

de la parabole décrite par le centre de gravité. La hauteur du saut est non pas la hauteur à laquelle s'élève la tête, mais cette hauteur augmentée de la quantité dont se déplace verticalement le centre de gravité dans le corps par suite de l'attitude.

» *Déplacement du centre de gravité en avant et en arrière.* — La symétrie du mouvement des membres est assez grande pour que, dans la marche, le centre de gravité soit déplacé en avant et en arrière de quantités négligeables.

» Mais, dans la course et le saut, le centre de gravité, pendant la fin de l'appui qui précède la suspension du corps dans l'espace, est projeté fortement en haut et en avant par le fait de l'impulsion propre du membre à l'appui et aussi par la simple projection des membres libres (bras et jambe suspendus).

» La vitesse horizontale du centre de gravité est, en ce moment, plus grande que ne l'indique la photographie; mais cela ne change pas les calculs, qui sont basés sur les valeurs minimum et maximum de la vitesse, le minimum étant mesuré au milieu de l'appui, le maximum au milieu de la suspension, c'est-à-dire quand le déplacement du centre de gravité en avant est nul, ou quand les mouvements des membres sont faibles.

» Les déplacements soudains du centre de gravité en avant ou en haut, par le fait du brusque changement d'attitude, ont tous pour résultat d'exagérer, au moment du départ du saut, la tension des muscles extenseurs du membre à l'appui et, par une action plus énergique de ce dernier, d'accélérer la vitesse de départ ou de ralentir celle d'arrivée au moment de la chute.

» Le rôle du balancement des bras dans la marche et la course est aussi d'amener le centre de gravité du corps latéralement du côté du membre à l'appui, et de diminuer ainsi les oscillations latérales du tronc, qui dépendent, comme nous l'avons vu ([1]), de l'écartement des empreintes des pieds sur le sol. Le balancement des bras n'est pas, en effet, une simple oscillation d'avant en arrière, mais un mouvement oblique. Le bras gauche est projeté en arrière et à gauche au moment du posé du pied gauche, tandis que le bras droit est projeté en avant et également à gauche.

» En résumé, dans la locomotion humaine, les changements d'attitude ont pour résultat de donner à la trajectoire du centre de gravité du corps une forme se rapprochant de la rectitude, ou bien d'augmenter l'effet

---

([1]) M. et D., *Mouvements du tronc dans la marche et la course.*

utile des muscles considérés comme propulseurs ou comme amortisseurs, en augmentant leur tension.

» Il est probable que la synergie des mouvements est toujours, inconsciemment ou non, guidée par la recherche de l'effet utile maximum obtenu avec le maximum de dépense possible.

» Il est probable aussi que cette loi d'économie se trouve réalisée chez tous les animaux avec une perfection plus ou moins grande; que l'étude approfondie de la locomotion comparée pourra mettre en lumière d'une façon précise et pleine d'intérêt. »

ZOOLOGIE. — *Morphologie des membres locomoteurs chez les Vertébrés.* Note de M. **Durand (de Gros)**, présentée par M. Marey.

« Une étude comparative et critique des membres locomoteurs chez les Vertébrés jette un jour inattendu sur l'histoire de la formation des espèces et fournit un critérium pour déterminer les rapports de filiation de celles-ci dans la série animale.

» Charles Martins l'a établi depuis longtemps, le membre thoracique, chez l'homme, c'est son membre inférieur chez lequel l'os de la cuisse aurait été tordu d'avant en dedans de deux angles droits, ce qui d'abord eût fait du genou un coude, et retourné d'avant en arrière, c'est-à-dire mis en supination, la jambe et le pied ; et chez lequel ultérieurement on aurait ramené le pied en avant en faisant décrire une demi-révolution au métatarse, ce qui retournerait le tibia sur lui-même et le coucherait obliquement sur le péroné à l'instar des positions relatives du radius et du cubitus dans la pronation de l'avant-bras. On doit ainsi regarder le bras humain comme la transformation, par voie de torsion humérale et de rotation radio-carpienne, d'un bras primitif qui n'aurait été que la fidèle répétition du membre abdominal, c'est-à-dire où l'humérus aurait été exempt de torsion, où le radius et le cubitus auraient été juxtaposés latéralement dans un parallélisme fixe, et où la saillie de l'articulation huméro-cubitale aurait été dirigée en avant et aurait ainsi formé un genou au lieu d'un coude.

» Si ces conséquences d'un fait reconnu, qui semblent autorisées par l'anatomie philosophique, ne sont pas chimériques, nous devrons trouver leur confirmation dans l'anatomie des Vertébrés inférieurs, mise en regard de celle de l'homme. Or c'est ce qui a effectivement lieu, je viens l'affirmer.

» La forme la plus élémentaire, la plus primitive des membres locomoteurs chez les Vertébrés nous est offerte par ces fossiles marins du trias, auxquels, par une assimilation fort erronée, on a donné le nom d'*Énaliosauriens*. Si l'on veut bien examiner les échantillons d'*Ichtyosaure* et de *Plésiosaure* que possèdent nos musées, on s'assurera que, dans ces organismes d'une formation extrêmement ancienne, le membre de l'avant et le membre de l'arrière, quant à la forme et aux situations relatives de leurs parties, n'en font qu'un seul; on s'assurera que l'humérus y est sans torsion aucune et identique au fémur, et que les os de l'avant-bras y présentent la juxtaposition parallèle et la direction de ceux de la jambe, dont ils ne diffèrent pas d'ailleurs sensiblement. Ajoutons que la ligne articulaire de ce qui correspond au coude et au genou de l'homme est latérale au lieu d'être transversale, et que la saillie de l'articulation est dirigée de côté et non en arrière ou en avant. Tel est le caractère distinctif du type le plus élémentaire des membres locomoteurs chez les Vertébrés.

» L'innombrable famille de nos Tortues vivantes nous présente les divers types qui viennent immédiatement après le précédent, dans la progression des transformations brachiales. Les Tortues de mer et, d'une manière encore plus parfaite, certaines Tortues de terre américaines, ont leur humérus tordu d'avant en dedans, d'environ 90°, et présentent aux bras de vrais genoux, ainsi qu'aux jambes. C'est le type de bras *genouillé*. Le radius et le cubitus s'y montrent, et très conséquemment, en juxtaposition parallèle.

» La nécessité de donner à la main une direction spéciale, pour accommoder le membre nageur à la locomotion dans un milieu de vase ou de sable, paraît avoir provoqué le premier essai d'une torsion humérale plus accentuée. Chez la *Cistude commune*, l'humérus est tordu d'un peu plus d'un angle droit, et par suite la main se trouve renversée, la face palmaire en dehors, et posée de champ sur son bord radial. Mais la même direction de la main est obtenue chez d'autres Tortues par un procédé différent, mais non moins violent, par une complète *luxation du coude par rotation antéro-interne*. Exemple : la *Tortue du Cap*.

» La torsion humérale complète ayant transformé le genou brachial en coude, et mis l'avant-bras et la main en supination fixe, c'est, je l'ai déjà dit, la demi-révolution radio-carpienne qui ramène l'extrémité d'arrière en avant. Cependant c'est par un tout autre mécanisme que le même effet est réalisé dans un cas tout exceptionnel. Cette unique exception, c'est l'*Échidné* qui la représente. Ici l'avant-bras a été ramené en avant tout

d'une pièce, c'est-à-dire sans altération du parallélisme fixe de ses deux os, et cela au moyen d'une forte incurvation horizontale de l'humérus déjà tordu, et par un déchirement complémentaire de l'épiphyse de cet os à sa base.

» Je me contente d'indiquer ici sommairement quelques faits d'observation que j'ai été le premier à constater, et je passe entièrement sous silence, pour le moment, les problèmes d'étiologie morphogénique que ces faits posent à la Science, et dont en même temps ils faciliteront la solution. »

ZOOLOGIE. — *Contribution à la technique des Bactériacées*. Note de M. **Kunstler**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« L'acide osmique constitue un bon réactif fixateur des Bactériacées, soit qu'on l'emploie à l'état de vapeur ou mieux de solution concentrée, pour ainsi dire, au maximum de concentration. Appliqué à l'étude du *Spirillum tenue*, ce réactif m'a permis de faire quelques observations intéressantes.

» Le *Spirillum tenue* s'obtient assez facilement dans des infusions marines contenant des détritus organiques tels, par exemple, que des débris de Crustacés. Une gouttelette de l'infusion étant prise avec des pinces de dissection et déposée sur une lame de verre, on ajoute aussitôt, avec un agitateur, une goutte de la solution concentrée d'acide osmique, et on laisse évaporer pendant un quart d'heure avant de colorer. Les méthodes de coloration diffèrent selon le but que l'on désire atteindre; en général, l'usage de très petites gouttelettes de matière colorante concentrée est préférable à l'addition d'une grosse goutte de réactif dilué.

» Pour mettre les flagellums en évidence, la goutte de l'infusion fixée est recouverte d'une lamelle; puis, près du milieu des quatre côtés, on dépose une gouttelette très petite d'une solution saturée de noir Collin, que l'on met en communication avec le liquide à colorer à l'aide d'une aiguille, et, sans addition d'aucun liquide conservateur, on borde à la paraffine et on lute soigneusement à la cire à cacheter pour empêcher toute évaporation ultérieure. Au bout de quelques jours, huit ou quinze, la coloration des Spirilles est intense, et l'on distingue leurs flagellums à d'assez faibles grossissements. Il existe aux extrémités de ces êtres de quatre à six flagellums plus ou moins onduleux, constituant un bouquet

dans lequel ils se séparent généralement les uns des autres à des niveaux divers, et qui ressemble ainsi à un faisceau ramifié.

» Traité par du noir Collin additionné d'un peu d'acide chromique, le corps du *Spirillum tenue* présente un aspect structuré bien différent de la constitution homogène que l'on attribue au protoplasma des Bactériacées. Il y a là un aspect comparable à ce que chez les Protozoaires on a appelé *structure vacuolaire, réticulée, alvéolaire* ou *aréolaire*. On y distingue une succession régulière de fines parties claires circonscrivant de petits espaces plus sombres, disposés en une file ordinairement unique et assez régulière. Ces aréoles contiennent souvent de très fins granules; elles contiennent toujours du protoplasma plus fluide que la potasse dissoute. Le nombre de ces aréoles est variable; si l'on s'en rapporte à la structure de certaines d'entre elles, elles se multiplient par division. Il en est, en effet, qui sont allongées, étranglées au milieu en biscuit à la cuiller. Ces faits se remarquent le plus facilement dans les êtres en voie de division; il semblerait qu'un individu normal ne puisse en présenter qu'un nombre limité et que, chaque fois que cette limite a été atteinte par la multiplication de ces aréoles, cet être se divise en deux moitiés qui s'agrandissent à leur tour par un procédé identique.

» Aussi longtemps que la reproduction par division existe, on n'observe aucune sporulation. Mais, lorsque le Spirille cesse de s'allonger, il grossit, devient moins contourné et ne constitue plus qu'un filament flexueux dans lequel se forment encore une ou deux cloisons. Son protoplasma est plus granuleux et ses aréoles plus apparentes. Dans chaque segment, l'une des aréoles se distingue des autres, devient plus apparente; ses parois se montrent plus épaisses et plus réfringentes. Tandis que, dans toutes les autres, un phénomène inverse se produit et que leurs parois pâlissent de plus en plus, jusqu'à disparaître. Le corpuscule central acquiert, au contraire, un éclat voisin de l'éclat métallique. Ce processus de condensation de la substance constitutive de ces êtres semble indiquer que leurs corps reproducteurs doivent plutôt être considérés comme des *kystes* que comme des *spores*, et plus particulièrement comme des *kystes monosporés*.

» Un réactif colorant donnant aussi de bons résultats est une solution concentrée d'hématoxyline, additionnée d'un peu de glycérine et d'acide chromique; ce liquide produit des colorations intenses. Dans quelques cas, des traces de potasse à la place de l'acide chromique montrent mieux certains faits. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la durée variable de l'évolution de la tuberculose.* Note de M. G. **Daremberg**, présentée par M. Verneuil.

« Les cultures pures de bacilles tuberculeux, faites par le procédé de MM. Nocard et Roux, maintenues à 38° et inoculées par trépanation à des lapins, les tuent en 21 à 30 jours, avec les symptômes ordinaires de la méningite tuberculeuse humaine (hémiplégie, perte de la vue et de l'ouïe, cris aigus). Les méninges épaissies sont infiltrées de pus rempli de bacilles. On trouve aussi des bacilles dans le foie, sans lésion microscopique. Les cobayes ainsi inoculés par trépanation meurent aussi en 20 à 30 jours avec des bacilles dans le foie et la rate, mais presque toujours sans lésions microscopiques.

» Ces mêmes cultures inoculées à travers le crâne à une poule et à un pigeon les ont fait mourir en 6 et 7 mois avec les lésions de la méningite tuberculeuse.

» Une culture pure de bacilles tuberculeux, maintenue à 15° après son complet développement, inoculée par trépanation à un lapin très vigoureux, a produit chez cet animal un abcès froid du sommet du crâne. Il est apparu 10 mois après l'inoculation. L'animal a vécu en parfaite santé avec cet abcès froid pendant 4 mois et demi, et nous l'avons sacrifié le 14 octobre 1887. Le pus et les parois de cet abcès, gros comme un œuf de pigeon, contenaient des bacilles. Les autres organes ne contenaient pas de bacilles. Le pus de cet animal pris pendant la vie et inoculé à des animaux a produit la mort par tuberculose des cobayes et des lapins de 2 à 3 mois en 25 à 30 jours. Les gros lapins inoculés avec ce pus depuis 4 mois ne présentent encore aucun symptôme morbide. Ce fait semble confirmer les expériences de M. Arloing qui a vu la scrofule donner la tuberculose aux cobayes et non aux lapins adultes.

» Les moelles d'animaux morts tuberculeux contiennent quelques rares bacilles. Nous avons vu une moelle séchée depuis 12 jours au-dessus du chlorure de calcium faire périr un cobaye en 140 jours avec une tuberculose de la rate, du foie, de l'épiploon. Une moelle séchée depuis 19 jours a fait périr un cobaye en 200 jours avec une tuberculose pulmonaire.

» Ces faits démontrent que la durée de l'évolution de la tuberculose dépend de l'espèce et de l'âge de l'animal, et aussi du degré de vitalité et de la quantité de virus tuberculeux [1]. »

---

(1) Ce travail a été fait dans le laboratoire de M. le professeur Grancher.

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur le système de la ligne latérale des Lepadogasters* (¹).
Note de M. **Frédéric Guitel**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les recherches que j'ai faites sur le système de la ligne latérale concernent surtout le *Lepadogaster Gouanii* Lacép. Ce système comprend : A, les canaux muqueux de la tête; B, les séries de sillons à terminaison nerveuse.

» A. Il y a, dans la tête, sept systèmes de canaux muqueux *complètement indépendants les uns des autres*, un seul est médian et impair, les six autres sont pairs (trois de chaque côté). *Le canal longitudinal manque totalement. Les orifices de ces systèmes de canaux sont presque tous terminaux, c'est-à-dire que ces canaux n'émettent pas de petits canalicules pendant leur trajet d'un orifice à l'autre.*

» 1° Le *système médian* a quatre orifices de chaque côté, deux antérieurs près des orifices de l'olfaction, deux postérieurs en arrière de l'œil. De chaque côté, un canal longitudinal part de l'orifice le plus antérieur, s'introduit dans l'os nasal, arrive au second orifice, puis pénètre dans le frontal principal et va déboucher à l'orifice situé immédiatement derrière l'orbite, après avoir contourné celui-ci en dedans. Avant de se terminer, il envoie au dernier orifice une branche qui passe dans le mastoïdien. Enfin, un rameau anastomotique, percé dans les frontaux principaux, fait communiquer les deux canaux longitudinaux.

» 2° Le premier des systèmes pairs est le *système sous-orbitaire*. Il a trois orifices; l'un près du bord antérieur de l'œil, les deux autres près du repli labial supérieur. Le canal, contenu dans l'unique os sous-orbitaire, part de l'orifice préorbitaire, se bifurque et chacune de ses branches aboutit à l'un des orifices labiaux.

» 3° Le second système pair est le *système operculaire*. Il a trois orifices : l'un situé à la face supérieure du corps en arrière de ceux du système médian; le second à l'extrémité postérieure de l'opercule et le troisième à la face inférieure de la tête au niveau du premier rayon branchiostège. Les trois canaux qui le constituent sont logés dans l'os préopercule, caché sous une épaisse couche de muscles : un premier canal part de l'orifice su-

(¹) Ce travail a été fait au Laboratoire de Zoologie expérimentale de Banyuls-sur-Mer (Pyrénées-Orientales).

périeur et perce l'opercule de haut en bas, un second part de l'orifice postérieur et perce l'opercule d'arrière en avant et de dehors en dedans; le troisième vient, de l'orifice inférieur, aboutir au point de rencontre des deux autres au centre du préopercule.

» 4° Le troisième système pair est le *sous-mandibulaire*, il a trois orifices situés à la face inférieure du museau, espacés d'environ 5^{mm}; le canal va directement de l'orifice antérieur au postérieur et un canalicule partant de l'orifice moyen se jette dans le canal principal. La moitié antérieure est pratiquée dans l'os dentaire, l'autre dans l'articulaire.

» Les mêmes dispositions s'observent dans le *Lepadogaster Candollii* Risso et dans le *Lepadogaster bimaculatus* Flem. avec quelques légères modifications sans importance.

» J'ai aussi étudié les canaux muqueux du *Gobiesox reticulatus* Jordan, grâce à la bienveillance de M. de Lacaze-Duthiers qui a bien voulu demander pour moi, au Directeur du National Museum de Washington, un individu de cette espèce.

» Dans ce *Gobiesox* les systèmes muqueux sont disposés sur le même plan que dans le *Lepadogaster Gouanii*, avec cette différence que le système operculaire communique avec le système sous-mandibulaire par la coalescence de l'orifice postérieur du système sous-mandibulaire avec l'orifice inférieur du système operculaire. Cette unité de plan est importante, car le *Lepadogaster* et le *Gobiesox* sont les types des deux sections qui constituent la petite famille des Gobiésocidés.

» B. En cherchant des terminaisons nerveuses dans la peau du *Lepadogaster Gouanii*, je découvris dans l'épiderme des sillons, au fond de chacun desquels se trouve un mamelon recevant un filet nerveux.

» Sur l'animal frais, ces sillons sont extrêmement difficiles à apercevoir; on les voit beaucoup mieux sur les individus privés de leur épiderme, car chaque terminaison se présente alors sous la forme d'une petite fossette presque imperceptible, avec deux sillons très peu profonds diamétralement opposés. Elles sont disposées en séries et les sillons de deux fossettes contiguës sont dans le prolongement l'un de l'autre. Il y a sur le corps du *Lepadogaster Gouanii* six séries principales de ces terminaisons (trois de chaque côté).

» 1° *Série latérale*. — Elle se trouve dans le prolongement de la ligne droite, déterminée par les deux orifices postérieurs du système muqueux médian. Elle est d'abord concave vers le haut, puis elle passe au-dessus de la pectorale en décrivant une courbe à concavité inférieure. Arrivée au

niveau de l'origine de la dorsale, elle s'infléchit brusquement vers le bas et la dernière fossette est presque sur la ligne médiane du tronçon de la queue. Cette série, comptant environ quinze terminaisons nerveuses, est innervée par la branche dorsale du nerf latéral, qui, très intimement accolée à la peau, suit exactement la série latérale dans toute sa longueur.

» 2° *Série ventrale.* — Elle se trouve sur le prolongement d'une ligne distante d'environ 2^{mm} de la base de la nageoire anale et comprend cinq à sept terminaisons, situées sur la peau du ventre entre la fin de la pectorale et l'origine de l'anale. Cette série est innervée par de fins ramuscules venant de la branche ventrale du nerf latéral.

» 3° *Série operculaire.* — Elle commence à l'orifice inférieur du système sous-orbitaire, décrit d'abord, au-dessous de l'œil, une légère courbe, puis se porte directement jusqu'à l'orifice du système operculaire, et le dépasse pour se terminer à l'extrémité postérieure de l'opercule. Les fossettes de la série operculaire reçoivent leurs filets nerveux du trijumeau.

» Enfin, il y a deux fossettes sur le bord interne de chacune des taches bleues, une en arrière de chaque os surscapulaire, quatre au bout du museau, en arrière du repli labial et trois en arrière de chacun des yeux.

» J'ai retrouvé dans le *Lepad. Candolli* Risso les six séries principales de terminaisons observées dans le *Lepad. Gouanii* Lacép.

» L'étude des coupes faites dans les terminaisons nerveuses montre que chacune d'elles consiste en un large sillon creusé dans l'épiderme, profond au centre et s'atténuant jusqu'à disparaître vers ses extrémités. Au centre de ce sillon, au point où il est le plus profond, se trouve un mamelon tronconique un peu étranglé vers le milieu de sa hauteur; il fait légèrement saillie dans le sillon et sa partie inférieure, plongée dans l'épiderme, repose sur le derme. Il est composé de cellules à gros noyaux, allongées dans le sens de la hauteur du tronc de cône, serrées les unes contre les autres et disposées en deux couches superposées. La petite base du mamelon est tournée vers l'extérieur; elle est creusée en cupule et porte de fins prolongements ciliformes. La grande base repose sur le derme et reçoit un filet nerveux qui perce la couche de chromatophores et le derme.

» De chaque côté, le mamelon nerveux se continue par un cordon demi-cylindrique; ce cordon, composé de cellules à gros noyaux, reste d'abord visible au fond du sillon épidermique; mais bientôt il est recouvert par l'épiderme tout en restant au-dessous du sillon. Il diminue peu à peu

à mesure qu'on s'éloigne du centre de la fossette ; en même temps le sillon s'efface et finalement cordon et sillon disparaissent. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *De la fonction photogénique chez le* Pholas dactylus. Note de M. **Raphael Dubois**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« La faculté que possède certaine espèce de *Pholas*, d'excréter en abondance une liqueur lumineuse, était connue des anciens. Ce phénomène singulier, décrit par Réaumur, sous le titre de *Merveilles des Dayls*, et observé plus attentivement par Panceri, n'a été jusqu'à présent l'objet d'aucune étude expérimentale approfondie, et sa nature a échappé aux observateurs que nous avons cités.

» L'examen anatomique et histologique montre, une fois de plus, que la *fonction photogénique est indépendante de l'organe*, comme cela se présente pour la fonction glycogénique.

» La fonction photogénique, comme la fonction glycogénique, est réductible à un phénomène d'ordre chimique, pouvant être reproduit *in vitro*, ainsi que le prouvent les expériences suivantes, qui ont toutes été exécutées dans le laboratoire de Zoologie expérimentale de Roscoff, sous les yeux de M. Delage et de plusieurs autres savants.

» *Expérience I.* — Après avoir ouvert, étalé et lavé le siphon et le manteau enlevé à un Pholas vivant, on le fait sécher rapidement dans un courant d'air. Cette pièce anatomique est obscure. On peut, en l'immergeant dans l'eau distillée, faire reparaître, en quelques secondes, la lumière dans les points où elle se manifeste pendant la vie, même après plusieurs semaines de dessiccation.

» *Expérience II.* — Si, avant la dessiccation, l'animal a été immergé dans l'eau bouillante pendant quelques secondes, la lumière s'éteint rapidement et ne peut plus reparaître par le contact avec l'eau distillée, comme dans le cas précédent.

» *Expérience III.* — On recueille la liqueur lumineuse, excrétée par le siphon aspirateur excité mécaniquement : on la filtre au papier Berzélius. Le liquide filtré est aussi lumineux que celui qui a été jeté sur le filtre. L'éclat diminue peu à peu et finit par disparaître complètement. On abrège la durée du phénomène, en même temps que l'on augmente son intensité, par l'agitation, et par la chaleur de la main, comme dans les réactions chimiques.

» *Expérience IV.* — Lorsque le liquide a perdu toute trace de pouvoir éclairant, on le verse sur la face interne du manteau d'un animal éteint par l'eau bouillante ; la lumière reparaît aussitôt, dans les parties où elle se manifeste pendant la vie.

» *Expérience V.* — On recueille, dans deux tubes à essai, la liqueur lumineuse bien

filtrée. On éteint brusquement la lumière dans l'un des tubes, en portant la liqueur à l'ébullition. La lumière s'éteint spontanément dans l'autre tube, au bout de quelques minutes. On mélange alors les deux liquides obscurs : la lumière renaît instantanément.

» *Expérience VI.* — La luminosité de la liqueur est supprimée immédiatement, non seulement par la chaleur, mais encore par tous les réactifs qui coagulent les substances albuminoïdes : tannin sublimé, alcool absolu, etc., etc.

» *Expérience VII.* — Ce dernier agent ne détruit pas d'une manière définitive le pouvoir photogénique; car, après avoir trituré avec l'alcool absolu les tissus photogènes d'un *Pholas* vivant, puis desséché le magma, on revivifie la lumière par addition d'eau distillée.

» *Expérience VIII.* — Mais, si l'on fait macérer pendant plusieurs jours les parties photogènes dans l'alcool, et que l'on sépare par filtration le liquide alcoolique, les fragments épuisés par l'alcool et desséchés ne brillent plus par le contact avec l'eau distillée.

» *Expérience IX.* — Le liquide alcoolique, filtré et évaporé rapidement à l'air libre, fournit un extrait qui devient lumineux par son mélange avec de l'eau distillée dans laquelle on a fait macérer pendant quelques instants les fragments épuisés de l'expérience VIII et après filtration de cette liqueur.

» *Expérience X.* — Si, dans l'expérience précédente, on remplace l'alcool par l'essence minérale de pétrole, ou mieux par la benzine rectifiée, la réaction est plus intense encore.

» *Expérience XI.* — Le pouvoir éclairant de la liqueur d'excrétion filtrée est suspendue par l'addition de sel marin jusqu'à saturation, mais il reparaît par l'addition d'eau distillée, même au bout d'un temps fort long.

» Il est dès lors évident que le phénomène lumineux est le résultat d'une réaction d'ordre chimique.

» Les notions fournies par les expériences précédentes nous ont permis d'extraire des parties lumineuses du *Pholas dactylus* deux substances dont le contact, en présence de l'eau, détermine l'apparition de la lumière.

» L'une de ces substances a été obtenue à l'état cristallin : elle présente des caractères optiques tout à fait spéciaux, qui donnent aux tissus photogènes que nous avons étudiés l'éclat opalescent si particulier que nous avons décrit chez les Pyrophores et divers autres animaux lumineux. Elle est soluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool, soluble dans l'essence de pétrole, la benzine et l'éther. Nous proposons de la désigner sous le nom de *luciférine*, en attendant que l'analyse ait permis d'en fixer la composition élémentaire et la fonction chimique.

» Le second corps est un albuminoïde actif, comme ceux que l'on désigne sous le nom de *ferments solubles* (diastases, zymases, etc.), dont elle présente tous les caractères généraux. Nous la nommerons *Luciférase*.

» Ces deux substances sont nécessaires et suffisantes pour produire *in vitro* le phénomène de la luminosité animale, improprement appelé *phosphorescence* et dont le mécanisme n'a été jusqu'à présent expliqué que par des hypothèses plus ou moins vraisemblables, ne reposant sur aucune étude expérimentale suffisamment étendue.

» Ces résultats vérifient et généralisent, en les précisant, ceux que nous avons fait connaître dans notre travail sur les Élatérides lumineux [1].

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Structure et valeur morphologique des cordons souterrains de l'*Utricularia montana. Note de M. **Maurice Hovelacque**, présentée par M. Duchartre.

« Un pied d'*Utricularia montana* se compose d'un axe vertical, très court, souterrain, qui porte des cordons horizontaux, hypogés, et des feuilles aériennes. Si le pied est vigoureux, il donne une ou plusieurs hampes florales dressées au centre de la touffe feuillée. Les feuilles aériennes, oblongues, entières, pétiolées, ne portent pas d'ascidies. A la base de leur pétiole, on observe souvent un léger renflement, indice de tubérisation. Leur préfoliation est circinée; leur croissance apicale est de longue durée. Elles sont distribuées sans ordre et très rapprochées sur l'axe souterrain, dont les entre-nœuds sont très courts. Les hampes florales portent aussi des feuilles semblables aux feuilles aériennes inférieures, mais sessiles, portées par des entre-nœuds très longs et distribuées selon le cycle $\frac{2}{5}$ dextre. Les cordons souterrains sont de grands filaments cylindriques, ramifiés, dont les plus grosses ramifications égalent en volume la branche support, les plus petites étant capillaires. Parfois, ces ramifications sont presque opposées, et placées symétriquement. Les cordons secondaires font, avec la branche principale, un angle presque droit; ils sont, eux aussi, horizontaux et se ramifient de même. Les ramifications latérales, très grêles, filiformes, quel que soit leur ordre, se terminent souvent par de très petites ascidies. Les cordons souterrains croissent à leur extrémité par un point de végétation

(1) Nous nous proposons de publier *in extenso* nos récentes recherches et la critique des travaux faits sur le même sujet, dans les *Annales d'Anatomie et de Zoologie expérimentale* de M. de Lacaze-Duthiers, à qui nous témoignons toute notre reconnaissance pour l'hospitalité si bienveillante que nous avons reçue au laboratoire de Roscoff, où cette question a été définitivement résolue.

sans pilorhize; leur accroissement intercalaire est très faible. Très souvent, vers la base des cordons principaux ([1]), se trouve un tubercule ovoïde. Au niveau où s'insère une paire de cordons secondaires, il naît fréquemment un bourgeon adventif sur la face supérieure des cordons principaux. Les cordons souterrains, insérés sur l'axe hypogé, sont mêlés, sans ordre, aux feuilles aériennes; ils sont abondants surtout à la partie inférieure de cet axe.

» Dans un travail très récent, M. H. Schenk, s'appuyant sur la structure bilatérale des cordons souterrains de l'*Utricularia montana*, les compare aux tiges aquatiques de l'*U. vulgaris*. Pour lui, les cordons souterrains de l'*Utricularia montana* et ceux de l'*U. Schimperi* sont des tiges à structure bilatérale, des sortes de rhizomes analogues aux stolons des Fraisiers.

» Des recherches très étendues sur les Utriculaires nous conduisant à des résultats très différents, nous croyons devoir en donner un résumé.

» La section moyenne d'un cordon souterrain principal comprend un épiderme qui porte des poils digités; une zone de parenchyme fondamental, dont l'assise profonde est différenciée en gaine protectrice; et un gros cordon libéro-ligneux central, légèrement aplati antérieurement. Celui-ci offre une région libérienne externe avec îlots grillagés, dont quelques-uns sont contigus à la gaine protectrice; une région ligneuse moyenne; et une masse centrale, formée de grands îlots grillagés, disséminés au milieu de gros éléments parenchymateux. Le cordon libéro-ligneux se compose de trois groupes principaux : un médian, plus petit, dont la trachée initiale s'avance vers le centre de figure de l'organe, et deux latéraux, plus grands, symétriques par rapport au plan médian de cet organe. Le plus souvent, il n'y a pas de groupes trachéens à la face supérieure du cordon souterrain. Le groupe trachéen médian est celui qui persiste le plus longtemps dans un même cordon, et il existe seul dans les fines ramifications. On ne peut délimiter plus rigoureusement les faisceaux de ce système libéro-ligneux, car il provient d'un arc non subdivisé, issu de l'axe hypogé. Cet arc se ferme antérieurement en pénétrant dans le cordon souterrain. La section moyenne de ces cordons est donc symétrique par rapport à une droite.

» A l'insertion des cordons secondaires, les faisceaux latéraux émettent des arcs qui se ferment antérieurement, en pénétrant dans les ramifications. Quel que soit le calibre de ces cordons latéraux, qu'ils soient isolés ou par

---

([1]) Les cordons latéraux peuvent, mais plus rarement, présenter un tubercule. Parfois aussi, il peut y avoir deux tubercules sur le même cordon souterrain.

paires, leur structure et leurs rapports avec le cordon principal sont toujours les mêmes. Toutes les branches, partant d'un même cordon, sont donc réparties suivant deux files horizontales parallèles. Les ramifications des cordons secondaires sont distribuées de la même manière par rapport à ceux-ci, et cela jusqu'aux dernières ramifications. Leur point végétatif est nu, sans coiffe, assez éloigné des dernières ramifications; les cordons latéraux, comme le cordon principal, sont exogènes.

» Pour l'homologation de ces parties, il faut, de suite, écarter l'idée de racine, la structure de ces cordons ne ressemblant en rien à celle d'une racine; leur point de végétation est dépourvu de coiffe; leur origine est exogène.

» Sont-ce des tiges, comme l'admet M. Schenk? Leur structure, leur insertion sur l'axe hypogé et leur mode de ramification indiquent une seule surface de symétrie. M. Schenk y voit la répétition de ce qu'on observe dans les grosses tiges aquatiques de l'*Utricularia vulgaris*, où les trachées sont localisées, un peu au-dessous du centre, vers la face inférieure de la tige, dans un parenchyme spécial. Or, la symétrie bilatérale de la tige aquatique n'est qu'apparente. Car, si on la suit dans toute son étendue, on constate que les sorties se font, non dans un seul plan rapproché de la face antérieure, mais selon huit génératrices disposées suivant le cycle $\frac{3}{8}$. La symétrie n'est donc pas la même. Si, maintenant, on compare ces cordons aux tiges caractérisées de l'*Utricularia montana*, on ne trouve ni la même symétrie, ni la même structure, ni les mêmes rapports, ni le même mode d'insertion. Dans ces tiges, les sorties se font dans toutes les directions (axes souterrains), ou dans cinq plans différents, passant par l'axe de la hampe florale. De plus, le sommet de ces axes est protégé par de jeunes feuilles. Il n'y a donc aucun caractère commun entre les cordons souterrains et les tiges de l'*Utricularia montana;* on ne peut donc les homologuer. Au contraire, la comparaison de ces cordons avec les feuilles aériennes pétiolées y montre même symétrie, même composition de la masse libéro-ligneuse, même mode de ramification. En effet, les nervures secondaires naissent de la nervure médiane de même que les cordons souterrains latéraux, du cordon principal. Le mode d'insertion sur l'axe hypogé est aussi le même. Enfin, les feuilles aériennes inférieures offrent encore, au bas de leur pétiole, une forte tendance à se tubériser.

» Il faut donc homologuer les cordons souterrains de l'*Utricularia montana*, non à des tiges, mais à des feuilles réduites à leurs nervures.

» Les cordons souterrains des *Utricularia Novæ-Zelandiæ*, *U. Hookeri*, etc.,

ont la même valeur morphologique que ceux de l'*U. montana*. Leur structure est beaucoup plus simple. »

M. Sacc adresse une Étude sur le développement du bois, dans le *Cercus giganteus* de Bolivie.

M. G. Faurie adresse un complément à sa Note précédente, sur la réduction de l'alumine, de la silice, de la magnésie, etc.

M. G. Vidal adresse, de Séville, un Mémoire écrit en langue espagnole, sur la cause physique du mouvement de rotation des astres.

M. Th. Rétault adresse, de Châteauroux, une Note relative au sens de la rotation des planètes, aux diverses époques de notre système planétaire.

A 5 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. L. P.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 17 octobre 1887.

Catalogue de l'observatoire de Paris. — Positions observées des étoiles (1837-1881), T. I. (0^h à VI^h). Paris, Gauthier-Villars, 1887; gr. in-4°. (Deux exemplaires.) (Présenté par M. Mouchez.)

Distances et masses des planètes et satellites; par Delauney. Saïgon, Imprimerie coloniale, 1887; br. in-4°.

Aérodynamique ou Mécanique des gaz; par Piarron de Mondésir. Paris, E. Capiomont et Cie, 1887; br. in-8°.

Précis de Zoologie médicale; par le Dr G. Carlet. Paris, G. Masson, 1888; in-18. (Présenté par M. Marey.)

Flore des États barbaresques, Algérie, Tunisie et Maroc; par E. Cosson.

Vol. II : *Supplément à la partie historique et flore des États barbaresques. Renonculacées, Crucifères.* Paris, Imprimerie nationale, 1883-87; gr. in-8°.

Les origines animales de l'homme éclairées par la Physiologie et l'Anatomie comparatives; par le D[r] J.-P. Durand (de Gros). Paris, Germer-Baillière, 1871; in-8°. (Présenté par M. Marey.)

Considérations générales sur les fausses rages. — Observations du délire aigu hydrophobique. Hôpital Saint-Antoine (1872); *par* le D[r] E. Mesnet. Paris, G. Masson, 1887; br. in-8°.

Tactique de l'Infanterie. Le ravitaillement en munitions; par un Officier d'Infanterie. Paris, L. Baudoin et C[ie], 1887; br. in-8°.

Bulletin de l'Association pomologique de l'Ouest; T. IV : *Concours et congrès de* 1886. Rennes, L. Caillot, 1887; in-8°. (Présenté par M. Lechartier.)

Origine et modes de formation des calcaires de la Belgique; par M. Édouard Dupont. Bruxelles, 1887; br. in-8°.

Les Chevaliers de Malte et la Marine de Philippe II; par le Vice-Amiral Jurien de la Gravière. Paris, E. Plon, Nourrit et C[ie], 1887; 2 vol. in-18.

Monographiæ Phanerogamarum. Prodromi nunc continuatio, nunc revisio editoribus et pro parte auctoribus Alphonso et Casimir de Candolle; vol. quintum, Pars secunda : *Ampelideæ,* auctore J.-E. Planchon. Parisiis, sumptibus G. Masson, 1887; gr. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 10 octobre 1887.)

Note de M. *Boussinesq,* sur les déversoirs :

Page 590, dernière ligne, *au lieu de* $(1-0,14)^2$, *lisez* $(1-0,14)^{\frac{3}{2}}$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 OCTOBRE 1887.

PRÉSIDENCE DE M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYDRAULIQUE. — *Sur une forme de déversoir en mince paroi, analogue à l'ajutage rentrant de Borda, pour laquelle le relèvement de la face inférieure de la nappe liquide, à la sortie du déversoir, peut être déterminé théoriquement.* Note de M. **J. Boussinesq.**

« Le relèvement ε éprouvé, à la sortie d'un déversoir en mince paroi et sans contraction latérale, par la face inférieure de la veine ou nappe liquide, est dû à la continuité avec laquelle change de direction la vitesse des molécules qui décrivent cette face après avoir glissé sur celle d'amont du déversoir. Il doit donc croître avec l'angle total mesurant ce changement de direction jusqu'à la traversée de la section contractée où les filets sont horizontaux, angle négligeable dans le cas d'une face amont du déversoir presque horizontale ou en contrepente à peine sensible, droit pour une

face amont verticale, enfin, atteignant la valeur maxima de deux droits, ou représentant un renversement complet du sens des filets, quand le déversoir, alors analogue à l'*ajutage rentrant* de Borda dans l'écoulement par un orifice, a sa face amont tellement concave, que sa partie supérieure, constituée par une mince et large paroi, atteigne à peu près l'horizontalité sans être cependant noyée en dessus, de manière à diriger vers l'amont les filets fluides qui y glissent. Le rapport du relèvement ε à la hauteur h du niveau d'amont au-dessus du seuil, nul dans le premier de ces cas et, d'après les observations de M. Bazin, égal à 0,14 environ dans le deuxième, atteindra donc sa valeur la plus forte dans le troisième.

» Je me propose ici de calculer cette plus forte valeur, en combinant ma théorie approchée des déversoirs (*Comptes rendus*, 4 juillet, 10 et 17 octobre 1887, t. CV, p. 17, 585 et 632), établie dans la supposition d'un rapport $\frac{\varepsilon}{h}$ constant mais fourni par l'expérience, avec le principe des quantités de mouvement appliqué comme on le fait pour démontrer le coefficient $\frac{1}{2}$ de la contraction produite par l'ajutage rentrant de Borda. Je me bornerai, pour plus de simplicité, à l'hypothèse d'une nappe déversante libre, c'est-à-dire supportant à sa face inférieure, comme à sa face supérieure, la pression atmosphérique, dont on fait abstraction dans les calculs.

» Il faudra donc considérer toute la masse liquide qui, à l'époque t, se trouve comprise à l'amont de la section contractée, de hauteur η, jusqu'à une autre section normale élevée de h au-dessus du seuil, juste assez distante de la première pour que les vitesses y soient partout insensibles ou les pressions hydrostatiquement réparties, et égaler la quantité de mouvement acquise par cette masse durant un instant dt, c'est-à-dire, sensiblement (pour l'unité de largeur), la quantité de mouvement, $\rho\, dt \int_{\varepsilon}^{\varepsilon+\eta} V^2\, dz$, que possède, à l'époque $t + dt$, la tranche d'eau $dt \int_{\varepsilon}^{\varepsilon+\eta} V\, dz$ sortie par la section contractée, à l'impulsion totale, suivant le sens horizontal de l'écoulement à travers cette section, des pressions exercées sur toute la surface limitant la masse dont il s'agit. Or le plan horizontal mené par le seuil divise cette surface en deux parties, dont l'une, la partie inférieure, est partout en contact avec un fluide sensiblement en repos et, dès lors, soumis à des pressions dont l'impulsion se neutralise, si l'on excepte toutefois la surface, presque horizontale, voisine du seuil, près de laquelle les vitesses sont notables, et où, en conséquence, il y a lieu, même dans l'hy-

pothèse d'un bord tranchant sans aire appréciable, de tenir quelque compte de la petite composante horizontale de la partie non-hydrostatique, négative, des pressions qu'y exerce la paroi, peut-être aussi de son frottement, supposé, il est vrai, négligeable dans les autres équations du problème. D'ailleurs, ce frottement extérieur, de sens contraire aux filets qu'il sollicite et qui refluent vers l'amont, facilite l'écoulement général de la masse ou accroît la quantité de mouvement considérée, tout comme la composante horizontale de la partie non-hydrostatique et négative de la pression exercée aux mêmes points. Il faudra donc joindre un petit terme positif à l'excédent, $\frac{1}{2}\rho g h^2 - \int_\varepsilon^{\varepsilon+\eta} p\,dz$ (pour l'unité de largeur), de la pression $\frac{1}{2}\rho g h^2$ supportée par la partie supérieure de la section d'amont, sur la pression $\int_\varepsilon^{\varepsilon+\eta} p\,dz$ qu'éprouve la section contractée. Si l'on représente ce terme positif par $\rho g h^2 f$, f étant une très petite fraction inconnue, l'impulsion totale exercée, qu'on devra égaler à la quantité de mouvement acquise $\rho\,dt \int_\varepsilon^{\varepsilon+\eta} V^2\,dz$, sera

$$\left[\tfrac{1}{2}\rho g h^2(1+2f) - \int_\varepsilon^{\varepsilon+\eta} p\,dz\right] dt,$$

et, en divisant par $\frac{1}{2}\rho g\,dt$, puis transposant un terme, il viendra l'équation cherchée

$$(1) \qquad h^2(1+2f) = 2\int_\varepsilon^{\varepsilon+\eta}\left(\frac{p}{\rho g} + \frac{V^2}{g}\right) dz.$$

» Remplaçons-y $\frac{p}{\rho g}$ et ensuite V par leurs valeurs respectives $h - z - \frac{V^2}{2g}$ et $\sqrt{2g(h-\varepsilon)}\,\frac{R_0}{R_0 + z - \varepsilon}$ tirées des équations (1) et (4) de la Note citée du 4 juillet. Alors l'intégration, immédiatement effectuable, indiquée au second membre, transformera cette équation (1) en celle-ci

$$(2) \qquad h^2(1+2f) = (h-\varepsilon)^2 \frac{\eta}{h-\varepsilon}\left(2 + 2\frac{R_0}{R_0+\eta} - \frac{\eta}{h-\varepsilon}\right),$$

que les valeurs $1 - k^2$, $k + k^2$ de $\frac{\eta}{h-\varepsilon}$ et de $\frac{R_0}{h-\varepsilon}$, données par les formules (6) et (7) de la même Note, réduiront à

$$(3) \qquad h^2(1+2f) = (h-\varepsilon)^2(1-k)(1+k)^3.$$

» Il en résulte, pour la fraction $\frac{h-\varepsilon}{h}$, la valeur très approchée

$$\frac{1+f}{\sqrt{(1-k)(1+k)^3}},$$

et le rapport cherché $\frac{\varepsilon}{h}$ est enfin donné par la formule

$$(4)\qquad \frac{\varepsilon}{h} = 1 - \frac{1+f}{\sqrt{(1-k)(1+k)^3}}.$$

» On voit d'ailleurs, avant les relations (11) de la même Note, que, pour les déversoirs à nappe libre auxquels je me borne en ce moment, $k = 0,46854$; et, en effectuant les calculs, dans (4), autant que possible, il vient

$$(5)\qquad \frac{\varepsilon}{h} = 0,2292 - (0,77)f.$$

» On ne connaît pas la très petite fraction f ni, par suite, le terme négatif $-(0,77)f$. Mais, comme ce terme représente l'influence de forces presque aussi faibles que les frottements, reconnus négligeables dans les phénomènes de contraction des veines fluides, il est difficile de lui attribuer une valeur absolue dépassant 0,01. On pourra donc prendre simplement $\frac{\varepsilon}{h} = 0,22$ [1].

---

[1] Pour une nappe déprimée ou soulevée, mais non adhérente au barrage ni noyée en dessous, l'équation, établie de même, serait, avec les notations de ma Note du 10 octobre (*Comptes rendus*, p. 585),

$$\{2n + [1 - k^2(1+n)][-n + (1+n)(1+k)^2]\}X^2 - 2nX - (1+2f) = 0,$$

X y désignant, pour abréger, la différence $1 - \frac{\varepsilon}{h}$, et la partie $2nX^2 - 2nX$, ou $-2n\frac{(h-\varepsilon)\varepsilon}{h^2}$, du premier membre, provenant de la *non-pression*, $n\rho g(h-\varepsilon)$ par unité d'aire, exercée sur la couche d'air confiné, de hauteur ε, comprise, au-dessus du barrage, en amont du prolongement inférieur de la section contractée, couche qu'il convient alors d'adjoindre à la masse fluide dont on considère la quantité de mouvement.

Par exemple, dans les deux cas où l'on a $k = 0,3$, $k = 0,6$, et où les différences des pressions supportées par les deux faces de la nappe sont très sensibles (d'après le Tableau de la fin du n° III de la même Note), il vient, pour $\frac{\varepsilon}{h}$, en négligeant f, les

» Si la face amont du déversoir était moins profondément creusée qu'on ne l'a admis, ce ne serait plus seulement près de sa partie supérieure presque horizontale que le fluide aurait des vitesses V sensibles, mais aussi contre sa partie montante et, d'après le principe de D. Bernoulli, les valeurs de la pression y décroîtraient de $\frac{V^2}{2g}$. L'effet, sur la masse liquide, de ce déficit de pression, de même sens que celui du petit frottement exercé par la partie supérieure et de la composante horizontale de sa pression non-hydrostatique, reviendrait donc à accroître f et $(0,77)f$ dans un très grand rapport ou à rendre la contraction $\frac{\varepsilon}{h}$ de la partie inférieure

---

deux valeurs 0,175 et 0,252, dont les écarts, assez modérés d'ailleurs, d'avec la précédente 0,229, sont bien dans les sens prévus au n° II de cette Note du 10 octobre.

Si la nappe était ou adhérente au barrage, ou noyée en dessous, une couche d'eau tourbillonnante, à l'intérieur de laquelle la pression croîtrait de $\rho g \varepsilon$ depuis son sommet jusqu'à sa base, remplacerait l'air confiné où la pression est, au contraire, sensiblement constante; d'où l'adjonction, à la somme des forces sollicitant la masse fluide considérée, d'un terme négatif $-\frac{1}{2}\rho g \varepsilon^2$, pour tenir compte de ce surcroît de pression sur le prolongement inférieur ε de la section contractée. Par suite de cette circonstance, l'équation en $X = 1 - \frac{\varepsilon}{h}$, si l'on y suppose $f = 0$, est divisible par X et donne simplement

$$\frac{\varepsilon}{h} = 1 - \frac{2(1+n)}{1+2n+[1-k^2(1+n)][-n+(1+n)(1+k)^2]}.$$

Pour $k = 0,3$, il vient, par cette formule, $\frac{\varepsilon}{h} = 0,181$, fraction à peine supérieure à la précédente, 0,175. Pour $k = 0,2$, on trouve de même $\frac{\varepsilon}{h} = 0,128$, au lieu de 0,127 qu'on aurait sans cette substitution de l'eau à l'air sous la nappe; etc.

Les écarts relatifs des valeurs ainsi obtenues d'avec celle, 0,229, qui appartient à une nappe libre, permettront d'apprécier, pour les divers cas, dans quels rapports la non-pression (positive ou négative) produite sous la nappe y réduit la contraction $\frac{\varepsilon}{h}$. En admettant ensuite, du moins provisoirement, la persistance des mêmes rapports pour les déversoirs à face d'amont non plus creuse, mais verticale, où la contraction dont il s'agit égale 0,14 quand la nappe est libre, on calculera facilement les valeurs qu'il convient, jusqu'à ce que des expériences directes aient pu être faites, d'y attribuer à $\frac{\varepsilon}{h}$, dans les cas de nappes déprimées, soulevées, adhérentes, ou noyées en dessous.

de la nappe déversante notablement moindre que 0,22. Ainsi cette valeur 0,22 est bien un maximum.

» Supposons que l'on voulût en déduire celle qui est relative au cas d'un barrage vertical, en se basant sur les analogies évidentes respectives d'un tel barrage, et du barrage concave étudié ici, avec un orifice vertical rectangulaire à bords horizontaux percé en mince paroi plane indéfinie et avec un tel orifice armé d'un ajutage rentrant de Borda, cas pour lesquels on connaît les contractions $\left(\text{pareilles à } \frac{\varepsilon}{h}\right)$ du bas de la veine d'écoulement, qui sont $\frac{1}{2}(1 - 0,62) = 0,19$ et $\frac{1}{2}(1 - \frac{1}{2}) = 0,25$. Une proportion qui exprimerait ces analogies conduirait à prendre, pour le déversoir à face d'amont verticale, $\frac{\varepsilon}{h} = \frac{0,22 \times 0,19}{0,25} = 0,167$, valeur un peu plus forte que celle, 0,14, résultant des mesurages directs de M. Bazin. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur le naphtol comme médicament antiseptique.* Note de M. **Ch. Bouchard.**

« Je désire entretenir l'Académie de recherches que je poursuis déjà depuis deux années et qui m'ont amené à introduire dans la Thérapeutique un nouvel agent antiseptique, le naphtol β. Ce n'est pas que ce naphtol n'ait déjà été employé comme médicament, ni qu'on ait ignoré jusqu'à ce jour ses propriétés antiseptiques, mais son usage était resté limité au traitement local de certaines maladies de la peau. Il était employé associé à des savons ou à des onguents; encore, n'en usait-on qu'avec une extrême réserve, en raison de son excessive toxicité. On ne l'avait pas encore administré à l'intérieur.

» J'ai déterminé et mesuré le pouvoir antiseptique du naphtol et son pouvoir toxique; et de cette double notion j'ai été amené à conclure que le naphtol mérite, pour certains objets, d'être préféré à tous les antiseptiques actuellement connus. Ce qui lui vaut cette supériorité, c'est sa très faible solubilité.

» Pour désinfecter une surface facilement accessible, les antiseptiques solubles suffisent et l'on n'a que l'embarras du choix; pour pratiquer l'antisepsie générale, il faudrait de toute nécessité un antiseptique soluble; mais on n'en possède pas encore qui puisse être introduit dans le sang à dose suffisante pour entraver la vie des microbes sans compromettre la santé ou la vie du malade.

» Pour l'antisepsie dans l'épaisseur d'un tissu ou pour celle des cavités difficilement accessibles, où l'on ne peut pas pratiquer des lavages continus, les antiseptiques insolubles, ou du moins difficilement solubles, peuvent seuls être employés avec avantage. Ils doivent être préférés pour le traitement interstitiel de certaines maladies de tissus, pour l'antisepsie des cavités séreuses, et surtout pour l'antisepsie du tube digestif que j'ai surtout en vue dans cette étude. Seul, un antiseptique insoluble, soustrait à l'absorption par son insolubilité, restera partout présent dans toute la longueur du tube digestif et pourra être administré à dose suffisante pour rendre impossible toute fermentation, sans qu'on ait à redouter son action générale sur l'économie dans laquelle son insolubilité l'empêche de pénétrer. Ce sont là les raisons qui m'avaient fait préférer le salicylate de bismuth et l'iodoforme; ce sont celles qu'a invoquées Rossbach quand il a appliqué la naphtaline à l'antisepsie intestinale.

» Le naphtol n'est soluble dans l'eau qu'à la dose de 0,2 pour 1000. On peut en dissoudre, par litre, $0^{gr},33$ dans l'eau contenant 1 d'alcool pour 1000; 1^{gr} dans l'eau contenant 50 d'alcool pour 1000; 2^{gr} dans l'eau contenant 200 d'alcool pour 1000. C'est dire que le naphtol est l'un des médicaments les plus insolubles.

» Quelle est sa valeur antiseptique? Je l'ai étudiée en cultivant onze microbes différents, comparativement dans des milieux nutritifs additionnés de naphtol en proportions variées, et en déterminant la proportion de naphtol qui retarde, entrave ou empêche le développement de chaque microbe, ou qui restreint ou supprime l'un de ses actes fonctionnels.

» A la dose de $0^{gr},33$ pour 1000 de substance nutritive, liquide comme les bouillons ordinaires, ou solidifiée par la gélatine ou par l'agar, le naphtol empêche complètement le développement des microbes de la morve, de la mammite de la brebis, du choléra des poules, du charbon bactéridien, du microcoque de la pneumonie et de deux organismes de la suppuration, le *Staphylococcus albus* et le *Staphylococcus aureus*.

» A la même dose, il retarde beaucoup le développement du bacille de la fièvre typhoïde dont les cultures restent très pauvres, et il entrave un peu la germination du bacille de la tuberculose. J'ajoute que l'urine agitée avec le naphtol en poudre, puis filtrée et exposée à l'air, ne fermente pas; que la matière fécale humaine, qui amène une putréfaction très rapide des liquides de culture, ne fait apparaître qu'un léger louche dans les bouillons additionnés de $0^{gr},40$ de naphtol par litre; que les matières organiques en pleine putréfaction, placées dans l'eau additionnée de

$0^{gr},20$ de naphtol par litre, cessent de se putréfier et perdent rapidement leur fétidité.

» J'ai pu rendre la démonstration plus précise et plus saisissante en cultivant, dans des milieux naphtolés, deux microbes qui sécrètent des matières colorantes. L'un est le bacille découvert par Gessart et qui fabrique la pyocyanine, l'autre est un microbe qui est peut-être nouveau et qui a été découvert par MM. Charrin et Roger dans l'intestin du lapin; il sécrète une matière verte d'une très belle fluorescence.

» Je soumets à l'Académie quatre tubes qui ont été ensemencés en même temps, il y a trois jours, avec la même quantité d'une même culture du bacille de la pyocyanine; chacun de ces tubes contient la même quantité de matière nutritive solidifiée par l'agar-agar. Le premier, qui n'est pas additionné de naphtol, montre une végétation abondante et s'est coloré dans toute son épaisseur, par la pyocyanine.

» Un second tube dont le contenu renferme $0^{gr},40$ de naphtol pour 1000 a donné une végétation moins étendue; mais, quoique le microbe y soit fort abondant, on peut voir qu'il n'a pas sécrété de pyocyanine.

» Dans un troisième tube qui a reçu $0^{gr},53$ de naphtol pour 1000, on distingue à peine quelques colonies de microbes qui n'ont pas donné de traces de pyocyanine.

» Dans un quatrième tube, enfin, qui a été additionné de $0^{gr},66$ de naphtol pour 1000, il n'y a pas la moindre apparence de végétation.

» Les cultures du microbe intestinal qui fournit le vert fluorescent donnent une démonstration aussi frappante.

» Dans le tube qui ne contient pas de naphtol, végétation abondante et fluorescence très marquée; à $0^{gr},40$ de naphtol pour 1000, végétation plus restreinte et fluorescence très faible; à $0^{gr},66$ de naphtol pour 1000, végétation presque nulle et absence totale de fluorescence.

» Ces deux derniers microbes sont, on le voit, plus résistants en présence du naphtol que les microbes pathogènes.

» Je fixe à $0^{gr},40$ pour 1000 la dose à laquelle le naphtol exerce d'une manière évidente son action antiseptique sur un microbe déterminé, le bacille pyocyanogène, qui m'a servi pour établir comparativement le pouvoir d'autres antiseptiques. Pour produire sur ce bacille la même action entravante, il faut, par litre de culture, $0^{gr},025$ de biiodure de mercure, substance réputée l'une des plus antiseptiques. Le biiodure de mercure est donc seize fois plus antiseptique que le naphtol. De la même façon, on arrive à établir que l'acide phénique l'est cinq fois moins, la créosote

quatre fois moins, etc. Il est bien entendu que ces chiffres, relatifs au pouvoir comparatif des diverses substances antiseptiques, ne sont valables que si l'on a fait agir ces substances, non seulement sur des microbes de même espèce, mais sur des microbes de même vitalité, puisés au même moment dans la même culture, et semés en même temps et en même quantité dans le même milieu nutritif qui sera ensuite soumis pendant le même temps à la même température.

» Le biiodure de mercure étant fort peu soluble et étant seize fois plus antiseptique que le naphtol, on pourrait croire qu'il mérite d'être préféré à ce dernier. Il le mérite assurément pour certains usages spéciaux, mais non pour l'antisepsie intestinale. En effet, en faisant ingérer à un lapin $0^{gr},015$ de biiodure de mercure, on peut parfois provoquer la mort, tandis que l'on n'arrive pas à produire ce résultat quand on ne fait pas ingérer une dose de naphtol supérieure à $3^{gr},80$ par kilogramme d'animal, ce que nous pouvons exprimer en disant que le naphtol, par la voie stomacale, est 253 fois moins toxique que le biiodure.

» Il en résulte que, si l'on administre le naphtol et le biiodure à des doses physiologiques équivalentes, c'est-à-dire capables de faire courir un même risque à l'animal, la dose de naphtol employée sera capable de stériliser quatorze à quinze fois plus de matière que la dose correspondante de biiodure; ce qui revient à dire que le naphtol a une valeur thérapeutique quatorze à quinze fois plus grande que le biiodure.

» D'après ce qui précède, la dose de naphtol capable d'être toxique pour un homme de 65^{kg} serait voisine de 250^{gr}. Or $2^{gr},50$ de naphtol par jour suffisent pour réaliser l'antisepsie intestinale.

» Introduit sous la peau, le naphtol n'est guère plus dangereux; $1^{gr},55$ en solution alcoolique saturée produisent l'albuminurie; la mort résulte de l'injection de 3^{gr} par kilogramme d'animal.

» En présence d'une si faible nocuité de cette substance, on se demande comment a pu s'établir la légende de la toxicité du naphtol qu'on dit être capable de produire l'hémoglobinurie, les vomissements, les syncopes, les convulsions éclamptiques. Tout n'est pas faux dans ces accusations. Jamais chez les animaux, même chez ceux que j'ai réussi à tuer par l'énormité des doses, je n'ai observé l'hémoglobinurie; mais j'ai pu produire, à l'aide de certains artifices, l'albuminurie, les secousses musculaires rythmées des pattes, des lèvres et des paupières, la salivation, le coma, la perte des réflexes oculaires, l'arrêt de la respiration et la mort avec conservation des mouvements du cœur. Mais jamais je n'ai obtenu le moindre

de ces effets quand je n'ai pas fait ingérer au delà de la dose quotidienne de $1^{gr},10$ par kilogramme. Il est vrai que ce qui empoisonne ce n'est pas ce que l'on ingère, c'est ce que l'on absorbe, c'est ce qui pénètre dans le sang. Or le naphtol introduit dans le sang à l'état de dissolution est toxique à peu près au même degré que la quinine et l'acide phénique.

» La difficulté est de faire cette introduction.

» Quand on injecte dans les veines périphériques une solution alcoolique de naphtol, la précipitation se fait immédiatement, et l'animal meurt d'embolies capillaires du poumon.

» Si l'on pratique l'injection par une veine intestinale de manière que les cristaux trouvent dans le foie des capillaires qui les empêcheront d'arriver jusqu'aux poumons, on produit une suppression plus ou moins considérable de l'action du foie, qui cesse de recevoir en totalité ou en partie le sang de la veine-porte, et les phénomènes se compliquent des accidents graves que produit la ligature de la veine-porte.

» Enfin, en dissolvant le naphtol dans l'alcool et en diluant par la glycérine, puis en ajoutant le mélange à l'eau chaude, j'ai pu injecter, avant refroidissement complet, des solutions au millième et même au centième. Les premières secousses convulsives se produisent à partir du moment où l'animal a reçu $0^{gr},05$ de naphtol par kilogramme. La mort arrive à $0^{gr},08$ par kilogramme.

» Dans le cours de ces essais de la toxicité du naphtol introduit à l'état de dissolution par la voie intra-veineuse, j'ai reconnu, ce qui est établi déjà pour un si grand nombre de substances toxiques, surtout depuis les travaux de M. Roger, que le foie diminue la toxicité du naphtol. Pour obtenir les mêmes effets physiologiques, il faut injecter dans la veine-porte une fois et demie ce qu'on injecte dans les veines périphériques. Ce fait s'explique facilement, le naphtol s'éliminant par les urines, en partie à l'état de naphtol sulfoconjugué, qui est fort peu toxique, et la combinaison sulfurée ayant lieu, suivant toute vraisemblance, dans le foie.

» Il restait à déterminer quels effets pourraient résulter de l'introduction, dans le tube digestif, du naphtol à l'état de dissolution.

» Une solution de naphtol au centième dans l'alcool, la glycérine et l'eau en telles proportions que l'action toxique ne puisse être imputable ni à l'alcool, ni à la glycérine, produit les phénomènes de l'intoxication, tels que je les ai décrits plus haut, quand on a fait ingérer plus de $0^{gr},40$ de naphtol par kilogramme, ce qui ferait 26^{gr} pour un homme de 65^{kg}. On voit que si la totalité des $2^{gr},50$ de naphtol qui suffisent pour réaliser chez l'homme

l'antisepsie intestinale venait à être dissoute dans le tube digestif et absorbée, le sang ne recevrait encore que la dixième partie de ce qui est nécessaire pour produire l'empoisonnement.

» Étant connus le pouvoir antiseptique du naphtol et son pouvoir toxique, on peut maintenant le comparer aux autres antiseptiques insolubles. Cette comparaison ressort du Tableau suivant :

	Dose antiseptique.	Dose unique toxique.	Dose quotidienne toxique.
	Pour 1000	gr	gr
Iodoforme	1,27	0,50	0,05
Iodol	2,75	2,17	1,24
Naphtaline	1,51	3,40	1,00
Naphtol β	0,40	3,80	1,10

» La conclusion est évidemment que le naphtol mérite d'être préféré aux autres antiseptiques insolubles, au moins pour réaliser l'antisepsie intestinale. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur un œil anal larvaire des Gastéropodes opisthobranches;* par MM. **H. de Lacaze-Duthiers** et **G. Pruvot.**

« Nous avons rencontré ([1]), chez tous les embryons d'Opisthobranches que nous avons examinés (Aplysie, Philine, Bulle, Pleurobranche, Doris, Eolidiens), un organe des sens, constant dans sa structure et ses rapports essentiels, en dépit de quelques variations, et qui ne semble pas avoir été signalé jusqu'ici. C'est un œil que sa taille relativement colossale (il atteint jusqu'à $\frac{1}{5}$ de la hauteur totale de l'embryon), son asymétrie et sa position singulière signalent particulièrement à l'attention.

» Chez la *Philine aperta*, où nous l'avons étudié plus particulièrement, un petit lobe, destiné à former l'intestin, se détache sur le côté droit du sac endodermique, vers la cinquantième heure. C'est à la même époque et juste au-dessus de lui, que quatre cellules ectodermiques, appartenant à la face ventrale de l'embryon, se soulèvent légèrement et commencent à se charger de fines granulations pigmentaires, du plus beau rouge carmin; leur ensemble dessine un croissant à ouverture dirigée en haut; dans sa concavité, une cinquième cellule ectodermique comme les précédentes, et d'abord

([1]) Laboratoire de Zoologie de Roscoff.

située sur le même plan, est destinée à donner naissance au cristallin. A cet effet, elle proémine de plus en plus, et son contenu acquiert peu à peu une riche coloration jaune sans rien perdre de sa transparence. Elle se laisse énucléer assez facilement à tous les stades du développement; on peut constater alors qu'elle est sphérique, de 15 μ de diamètre, et qu'elle renferme seulement quelques granulations éparses dans un contenu homogène, sans qu'on puisse lui distinguer de noyau à l'état frais. Les quatre cellules périphériques complètent bientôt le cercle et remontent autour d'elle, de façon à ne laisser au sommet qu'un petit orifice pupillaire allongé transversalement. En même temps, elles s'aplatissent, s'allongent par leur extrémité profonde, qui s'enfonce dans l'intérieur du corps, et achèvent de se charger de pigment, qui leur communique maintenant une coloration noire absolument opaque.

» Une petite touffe de cils vibratiles apparaît alors sur le tégument, tout contre l'extrémité supérieure de l'œil, mais ne lui appartient pas; elle traduit au dehors le point où s'ouvrira l'anus.

» Au moment de l'éclosion, c'est-à-dire vers le sixième jour, l'œil anal est complètement formé; il est situé dans la concavité de la dernière anse intestinale et son extrémité supérieure qui porte l'ouverture pupillaire se trouve juste au niveau de l'anus, au point de jonction du repli palléal avec le tégument général du corps sur le côté droit. Sa forme est celle d'un ovoïde, légèrement étranglé en gourde vers le milieu. Le fond, moins fortement pigmenté que le reste, paraît présenter un orifice et est enchâssé par sa face interne dans un petit amas cellulaire, que des coupes favorables nous ont montré se continuer insensiblement avec le tégument ectodermique et que nous ne pouvons considérer que comme le rudiment du centre nerveux asymétrique. Des coupes longitudinales de l'organe montrent encore que le sac pigmentaire est occupé entièrement dans sa partie supérieure par le cristallin, tandis que sa moitié inférieure est tapissée par une couche relativement épaisse, finement ponctuée, représentant évidemment une rétine, au sein de laquelle sont noyées, dans la région gauche ou interne, soit une ou plus souvent deux petites cellules accolées, qui jouent peut-être un rôle ganglionnaire et doivent être en connexion avec la masse extra-oculaire précitée.

» Quoi qu'il en soit, on voit que cet organe présente toutes les parties essentielles d'un œil déjà hautement spécialisé; il est hors de doute qu'il a pour rôle de suppléer à l'absence d'yeux céphaliques, ceux-ci faisant défaut à la Philine à toutes les époques de sa longue vie larvaire libre.

» Mais il n'en est pas ainsi partout. Ainsi, chez la *Bulla hydatis*, l'œil anal, rendu inutile par la présence de deux yeux céphaliques bien développés, n'en existe pas moins avec les mêmes rapports et la même structure. Seulement, c'est un fait intéressant à remarquer, qu'il ne peut avoir ici aucun rôle fonctionnel à jouer. En effet, l'éclosion, qui est très précoce chez la Philine, est beaucoup plus tardive chez la Bulle, où elle ne s'accomplit pas avant le vingt-cinquième jour, et l'œil commence à s'atrophier bien avant que l'embryon ait abandonné l'œuf; il a même à peu près entièrement disparu quelques jours avant l'éclosion, c'est-à-dire avant le moment où il pourrait devenir utile. On ne trouve plus alors, à la place, que des traînées pigmentaires diffuses, rayonnant irrégulièrement autour d'un corps arrondi transparent qui est le reste du cristallin.

» Quelle est maintenant la signification morphologique de l'organe? L'un de nous a décrit, il y a longtemps déjà, à l'entrée de la cavité palléale chez les Pulmonés aquatiques, un *organe spécial*, fossette vibratile enchâssée dans un petit ganglion et qui a depuis été regardée comme un organe d'olfaction. Or, pendant la période embryonnaire, ses dimensions relatives et son importance sont beaucoup plus considérables que chez l'adulte, et l'on est ainsi conduit à le regarder comme étant essentiellement un organe larvaire. M. H. Fol (1) l'a déjà rapproché, malgré la différence d'aspect, des bourrelets ciliés qui occupent la même place, présentent la même innervation et semblent avoir la même fonction chez les Ptéropodes et les Hétéropodes. Il nous semble évident que l'œil anal, avec sa position, son origine et ses connexions identiques, en est le représentant chez les Opisthobranches, les différences d'ordre physiologique n'impliquant nullement des valeurs morphologiques différentes.

» Il est à présumer que, l'attention une fois attirée sur ce fait, la présence d'un organe des sens, au voisinage de l'anus et à l'entrée de la cavité respiratoire, surmontant, au début, le rudiment du centre nerveux inférieur, ira se généralisant et deviendra la règle chez les Gastéropodes.

» Ajoutons que, chez la Philine, les otocystes se forment exactement de la même manière que l'œil, l'otolithe apparaissant le premier, et les cellules ectodermiques voisines se groupant autour de lui pour former la paroi de la vésicule auditive, qui ne s'enfonce que plus tard dans l'épaisseur du pied ; le ganglion pédieux apparaît ultérieurement, de chaque côté, comme

(1) H. Fol, *Développement des Gastéropodes pulmonés* (*Arch. de Zool. expér. et générale*, 1880, t. VIII, p. 167.)

une petite masse coiffant le fond de la vésicule. De plus, il est de règle, chez les Gastéropodes, que les organes des sens précèdent l'apparition des ganglions qui leur correspondent, et les connexions de l'organe que nous décrivons viennent montrer que le centre inférieur se développe, comme les deux autres centres cérébroïde et pédieux, par une masse distincte isolée contre le fond d'un organe de sens ectodermique préformé. Seulement, à l'encontre des deux autres, il est, à l'origine, unilatéral : il justifie ainsi, de par l'embryogénie, le nom de *centre asymétrique* qui lui a déjà été assigné par l'un de nous, d'après des considérations tirées de l'étude de l'adulte. »

BOTANIQUE. — *Des diverses manières d'être mixtes des feuilles des Crucifères qui appartiennent à ce type;* par M. **A. Trécul.**

« Dans des Communications précédentes, j'ai dit que, dans certaines Crucifères, les feuilles sont exclusivement *basipètes* par la naissance des dents ou des lobes primaires, et par l'ordre d'apparition des vaisseaux des principales nervures latérales; j'ai dit aussi que, chez d'autres Crucifères, les feuilles sont *mixtes* morphologiquement et par l'ordre de développement de leurs premiers vaisseaux dans les nervures latérales principales. C'est de ces dernières feuilles que je veux parler aujourd'hui.

» Toutes les feuilles mixtes ne le sont pas de la même façon. Ces feuilles (les proprement dites et les bractées) ont, en effet, quatre manières de l'être par l'ordre d'apparition de leurs vaisseaux.

» *Ier mode.* — Il y a de chaque côté de la feuille, ai-je dit (*Comptes rendus*, t. CII, p. 1132), en bas, une série de nervures *basipètes*, formées par des rameaux des faisceaux latéraux longitudinaux, et correspondant à une série de dents ou de lobes basipètes comme elles; tandis qu'en haut, il y a, de chaque côté, une série de nervures principales *basifuges*, toutes insérées sur la nervure médiane, et correspondant à une série de dents principales basifuges aussi. Dans ce cas, la première nervure de la série basifuge, l'inférieure, correspond à la première dent primaire du même côté de la feuille. C'est là le mode mixte typique, en quelque sorte.

» Il y a, chez beaucoup d'espèces ou de variétés, des feuilles dans lesquelles la série des nervures principales, insérées sur la nervure médiane, est prolongée plus bas que l'insertion de la nervure qui correspond à la première dent primaire. Alors cette dernière nervure, qui, dans le Ier mode

mixte, ainsi que je viens de le dire, est le plus bas insérée sur la médiane, ne l'est plus. Il peut y avoir, au-dessous d'elle, une, deux ou plusieurs nervures, que j'appellerai *surnuméraires*, et qui correspondent chacune à une dent de la série basipète (à la deuxième de cette série, à la troisième, à la quatrième et quelquefois même à la cinquième ou à la sixième).

» Où l'on observe ce phénomène, deux cas se présentent, et ils constituent le IIe et le IIIe mode d'apparition mixte des vaisseaux. Les voici :

» *IIe mode.* — Les premiers vaisseaux des *nervures surnuméraires* y naissent de haut en bas sur la nervure médiane, après le premier vaisseau de la nervure qui correspond à la première dent primaire. Alors les nervures surnuméraires, au nombre de une, de deux ou de trois, placées au-dessous de la série basifuge, s'ajoutent à la série basipète, ou même très souvent la commencent; car elles peuvent avoir leur premier vaisseau avant les rameaux supérieurs du premier faisceau latéral longitudinal du même côté, par lesquels débute d'ordinaire la série des nervures basipètes, comme je l'ai indiqué en parlant du premier mode mixte.

» *IIIe mode.* — Ici, comme dans les deux modes précédents, naît d'abord de chaque côté du bas de la feuille, après les premiers vaisseaux de la nervure médiane, le premier vaisseau du premier faisceau latéral longitudinal, puis, un peu plus haut, apparaissent de bas en haut, sur la nervure médiane, les premiers vaisseaux des nervures *surnuméraires*, et ensuite, au-dessus, le premier vaisseau de la nervure qui correspond à la première dent primaire; enfin, plus haut encore, les vaisseaux de la série basifuge ordinaire.

» *IVe mode.* — Il est offert par des bractéoles étroites ou linéaires, dentées ou non, dans lesquelles naissent d'abord, à peu près en même temps, des vaisseaux de l'apicule et les premiers vaisseaux latéraux de la base. Ceux-ci sont souvent un peu en retard sur ceux du sommet. Les premiers vaisseaux de la région moyenne s'interposent ensuite : les uns de haut en bas, les autres de bas en haut ; parfois tous ces vaisseaux de la région moyenne sont intercalés de haut en bas, plus rarement à peu près tous de bas en haut. Quand il y a des dents, le vaisseau opposé à chacune peut y monter directement; il arrive quelquefois que le premier vaisseau d'une nervure donnée commence dans la dent même et descend vers la nervure médiane. Quand il n'y a pas de dents, le premier vaisseau de chaque nervure latérale part de la nervure médiane, décrit une courbe

ascendante et va s'unir par son extrémité au vaisseau homologue placé au-dessus. Dans quelques-unes de ces nervures, le premier vaisseau commence dans le milieu : l'extrémité inférieure va à la nervure médiane, l'extrémité supérieure va à la nervure similaire située plus haut. Il est ainsi formé de grandes mailles à l'extérieur desquelles en sont produites de plus petites, etc. Dans certaines bractéoles, il naît, de chaque côté, un vaisseau qui descend de l'apicule, et en bas un vaisseau latéral longitudinal qui monte et va aboutir à celui qui descend. Ces vaisseaux font çà et là des sinus, desquels partent plus tard des vaisseaux obliques transverses, qui les unissent à la nervure médiane, etc. (*Brassica chinensis*, Pe-tsaï surtout, etc.) (1). Je dois ajouter que souvent les plus petites bractéoles ont les premiers vaisseaux latéraux basipètes.

» Tels sont, très brièvement décrits, les principaux caractères des quatre modes mixtes d'apparition des premiers vaisseaux des feuilles de Crucifères que j'ai étudiées. Il convient de faire remarquer tout de suite qu'aucun des modes mixtes n'est exclusivement propre à toutes les feuilles d'une espèce ou d'une variété. Le type de formation basipète seul peut se rencontrer dans toutes les feuilles d'un même individu ou de la même espèce. Au contraire, dans les plantes dont les feuilles appartiennent au type d'apparition mixte des premiers vaisseaux, ces feuilles peuvent présenter un ordre de naissance différent, suivant que l'on examine les feuilles du bas de la plante, celles de la région moyenne, ou les plus voisines du sommet.

» J'ai déjà dit que toute feuille du type morphologique mixte commence par être basipète, c'est-à-dire que les premières dents qui naissent sur les côtés de la lamelle initiale, apparaissent près du sommet de celle-ci, et qu'il en naît ensuite, successivement de haut en bas, un nombre variable, avant qu'aucune dent ne se montre au-dessus de la première dent latérale primaire. Cependant, la première dent qui s'interpose au-dessous de la grande dent terminale est assez souvent très précoce, ainsi que les premières dents secondaires qui s'intercalent de haut en bas aux dents primaires basipètes.

(1) Beaucoup de feuilles et de bractées jeunes du Pe-tsaï ont le premier faisceau latéral longitudinal prolongé dans la première dent primaire et en constituent la nervure médiane ; mais très souvent aussi l'extrémité de ce faisceau latéral longitudinal monte seulement dans le côté inférieur de cette première dent primaire. Cet état existe tantôt d'un seul côté de la feuille, tantôt des deux côtés à la fois. Le même fait se présente assez rarement dans les autres Crucifères examinées.

» Tout cela se montre dans les feuilles inférieures des plantules nées de la germination. Il arrive parfois que la première feuille apparue entre les cotylédons est tout à fait basipète; elle n'a que quelques dents nées de haut en bas, et les premiers vaisseaux latéraux apparaissent dans le même ordre, à droite et à gauche de ceux de la nervure médiane, qui sont toujours formés d'abord. Par conséquent, les premiers vaisseaux latéraux commencent dans l'apicule vasculaire de la dent terminale, ou bien, très fréquemment, c'est le premier vaisseau de la première nervure latérale, insérée sur la médiane et opposée à la première dent primaire de chaque côté, qui d'abord est produit. Il s'en forme un autre un peu plus bas, dans la nervure opposée à la deuxième dent basipète. Ces deux premiers vaisseaux se prolongent ordinairement dans la dent qui leur correspond; mais parfois, chacun faisant une courbe ascendante, va s'unir : le premier au vaisseau qui descend de l'apicule, tandis que le second va s'allier par son extrémité à la courbe formée par le précédent. Alors il naît dans chaque dent un premier vaisseau médian longitudinal, qui va aboutir au vaisseau courbe qui lui est opposé (Radis noir, etc.). Ce n'est qu'un peu plus tard que se montre, en bas de la jeune feuille, le premier vaisseau de chaque premier faisceau latéral longitudinal. Il peut donc y avoir, tout au bas de la plantule, des feuilles simplement basipètes (Navet des Sablons, Navet des Vertus, Radis noir, Radis rose d'hiver de Chine, Chou de Milan court-hâtif, etc.). Il n'en est pas partout ainsi. Dans quelques plantules dont le nom est à vérifier, ce sont les premiers vaisseaux latéraux longitudinaux qui apparaissent d'abord, avant tous les autres vaisseaux latéraux, au bas des premières feuilles des plantules. Suivant la règle dans le type mixte, le premier vaisseau latéral longitudinal naît avant tous les vaisseaux insérés sur la nervure médiane; mais quelquefois il apparaît le dernier de ceux des nervures latérales primaires, même après ceux des nervures surnuméraires, quand il y en a. Dans le Pak-choi, etc., la première feuille de quelques plantules n'avait de vaisseau que dans la nervure médiane, avec un premier vaisseau de chaque côté de celle-ci, dirigé vers la première dent primaire. D'autres jeunes feuilles avaient en outre, en bas, d'un seul côté ou des deux côtés, le premier vaisseau du premier faisceau latéral longitudinal, encore court. La troisième feuille d'une autre plantule avait, en haut, insérée sur la nervure médiane, une première paire de vaisseaux dirigés vers la première dent primaire de chaque côté, en bas, le premier vaisseau de chaque premier faisceau latéral longitudinal; entre ces deux paires de vaisseaux d'en haut et d'en bas,

étaient ébauchées, de chaque côté, deux nervures surnuméraires, mais la supérieure seule avait un vaisseau, l'inférieure de chaque côté n'en avait pas encore. Dans la troisième feuille d'une autre plantule, une seule nervure surnuméraire était ébauchée de chaque côté; mais celle de gauche seule avait un vaisseau. Le vaisseau de chacun des faisceaux latéraux longitudinaux montait plus haut que dans les feuilles précédentes. Enfin, dans une cinquième et dans deux sixièmes feuilles d'autres plantules, il n'existait pas de nervures surnuméraires. Le premier vaisseau de chaque premier faisceau latéral longitudinal montait plus haut encore et devait se terminer dans la deuxième dent basipète, au-dessous de la première dent primaire. Plus haut, il n'y avait pas encore de vaisseaux sous les dents basifuges ébauchées. Cela amène au premier mode mixte, qui existe dans les feuilles plus haut placées.

» Le 1er mode mixte est réalisé à des hauteurs diverses, suivant les espèces, les variétés ou même les individus. Il l'est très souvent à partir de la cinquième à la quatorzième feuille. Les feuilles appartenant à ce 1er mode mixte occupent, sur la tige, un espace plus ou moins étendu (*Raphanus niger* d'hiver gros long; *Brassica chinensis* var. Pak-choi; Chou-navet blanc et Chou-navet jaune; Navet du Palatinat, Navet gros long d'Alsace, Rave d'Auvergne à collet rouge, etc.). Mais des feuilles supérieures ou des bractées de plantes pourvues d'une très jeune inflorescence peuvent avoir une ou deux nervures surnuméraires de chaque côté (Navet gros long d'Alsace, Navet des Vertus, *Raphanus sativus*, etc.).

» Dans les feuilles du jeune Chou de Milan petit hâtif d'Ulm, encore sans inflorescence, c'est le 2e mode mixte qui paraît dominer. De ces jeunes Choux, ayant de 23 à 30 feuilles pourvues de vaisseaux, ont présenté çà et là une feuille du 1er mode mixte interposée à des feuilles du 2e mode mixte. Une feuille de ce Chou d'Ulm cité a offert, ainsi intercalée, une série de trois feuilles (les 16e, 17e et 18e) du 1er mode mixte. Chez le Chou quintal, avec une disposition intercalaire analogue, les feuilles du 1er mode mixte sont plus nombreuses. — Le Chou cœur-de-bœuf et autres Choux cabus portent des feuilles du 1er, du 2e et du 3e mode mixte. Dans quelques feuilles de ce Chou cœur-de-bœuf, les premiers vaisseaux des nervures insérées sur la médiane sont nés exceptionnellement, d'un côté de haut en bas, de l'autre côté de bas en haut.

» Les bourgeons axillaires ont, à leur base, tantôt des feuilles du 1er mode mixte, tantôt des feuilles du 2e mode mixte. Dans le Chou-navet blanc et dans le jaune, j'ai vu en bas deux et trois feuilles du 1er mode

mixte, et jusqu'à six feuilles du même mode en bas des bourgeons du Navet du Palatinat. Dans la Rave d'Auvergne à collet rouge, certains bourgeons ont les feuilles inférieures du 1er mode mixte; d'autres bourgeons ont la première et la deuxième feuille souvent du 2e mode mixte, et au-dessus sont des feuilles du 1er mode. Un autre bourgeon avait les deux feuilles d'en bas du 2e mode mixte et la troisième feuille du 3e mode. Le 3e mode mixte fut observé fréquemment aussi dans la troisième feuille de bourgeons axillaires du Radis rose, rond, à bout blanc et dans la première feuille de bourgeons du Chou cœur-de-bœuf.

» Le Chou-fleur donne un très bel exemple du 3e mode mixte. Sur la lamelle initiale de la feuille, il est formé, de chaque côté, près du sommet, deux ou trois dents rudimentaires; puis, un peu au-dessus de la base de la lamelle, apparaissent, aussi de chaque côté, les rudiments de deux fortes dents à développement anticipé. D'autres dents s'interposent basipètement entre les dents d'en haut et ces deux grandes; enfin, quelques dents basipètes naissent au-dessous des deux dents anticipées qui, toutefois, peuvent manquer. Après les premiers vaisseaux de la nervure médiane est formé à distance, de chaque côté, le premier vaisseau du premier faisceau latéral longitudinal; et, à une certaine hauteur, sur chaque côté de la nervure médiane, naît de bas en haut une série de deux à six premiers vaisseaux de nervures dirigées vers les dents primaires de plus en plus haut placées; en sorte que les dents, qui sont en séries basipètes, et les vaisseaux des nervures insérées sur la médiane, qui sont en séries basifuges, apparaissent en sens inverse; les dents les plus âgées correspondent à de jeunes vaisseaux, et les vaisseaux les premiers nés à de jeunes dents. Les inférieures de ces nervures étant situées *plus bas* que la première dent primaire, de chaque côté, sont des *surnuméraires*, et, *comme elles naissent de bas en haut*, ainsi que les quelques nervures de la série basifuge placée au-dessus, et que les vaisseaux qui desservent le bas de la feuille, apparaissent de haut en bas, l'ensemble des nervures principales constitue un très bel exemplaire du 3e mode mixte.

» Obligé d'être bref, je ne dirai rien de plus de la série des nervures basipètes, formées par des rameaux des faisceaux latéraux longitudinaux de chaque côté, si ce n'est que les deux grandes dents, à naissance anticipée, correspondent à des rameaux du deuxième faisceau latéral longitudinal.

» Les bractées du Chou-fleur ont des figures diverses. Les inférieures sont

longues, sagittées ou lancéolées. En montant sur les axes d'inflorescence, les bractées s'atténuent graduellement et perdent leurs dents. La première dent primaire de chaque côté est celle qui persiste ordinairement le plus; ces deux premières dents sont souvent seules, à l'état rudimentaire, près du sommet de l'acumen des jeunes bractées. A des hauteurs variables sur l'axe, on trouve des bractées dont l'acumen ne s'est pas développé, et qui restent cordiformes ou réniformes; parmi elles, il y en a dont les dents sont très régulièrement basipètes. Quelques-unes de ces bractées anomales les plus petites deviennent peltées en unissant leurs bords inférieurs en avant, au-dessus de l'insertion de la foliole.

» Les plus grandes bractées sont, comme les feuilles, du 3e mode mixte. Dans ces bractées, le premier faisceau latéral longitudinal de chaque côté monte très haut, de façon que les nervures basifuges, insérées sur la nervure médiane, tiennent relativement peu de place dans la partie supérieure de l'organe; en effet, dans une bractée haute de 3 à 5 centimètres, les nervures insérées sur la médiane peuvent n'occuper qu'une hauteur de 7 à 8 millimètres; tandis que dans les petites bractées situées plus haut, les nervures insérées sur la médiane occupent toute la hauteur de la foliole. C'est que, dans les bractées placées de plus en plus haut sur l'axe, les faisceaux latéraux longitudinaux se raccourcissent peu à peu, puis disparaissent successivement, en commençant par les plus externes, qui sont les plus courts, et finissant par le plus interne qui est le plus long et le plus âgé. Pendant que ces faisceaux se raccourcissent graduellement et disparaissent du bas de l'organe, les nervures insérées sur la médiane descendent de plus en plus bas, et à la fin occupent toute la longueur de la bractéole. Ces petites bractées appartiennent exclusivement au système des nervures basifuges.

» Il est bien entendu que je ne puis donner ici, bien succinctement, qu'un aperçu des lignes principales de mon sujet. »

THERMODYNAMIQUE. — *Remarques sur un principe de Physique, d'où part M.* Clausius *dans sa nouvelle théorie des moteurs à vapeur;* par M. **G.-A. Hirn.**

« Dans la troisième édition de sa *Théorie mécanique de la Chaleur*, dont la traduction en français par MM. Folie et Ronkar vient de paraître à Mons, M. Clausius a consacré un Chapitre étendu à l'application de la Thermodynamique à la théorie de la machine à vapeur. Dès le troisième

paragraphe de ce Chapitre, l'auteur indique le point de vue où il se placera :

» Comme on a l'habitude de le faire, nous considérerons le cylindre comme une enveloppe imperméable à la chaleur et nous négligerons donc l'échange de chaleur qui a lieu entre les parois du cylindre et la vapeur pendant chaque coup de piston.

» Lorsqu'un mathématicien comme M. Clausius aborde une question, on a l'espoir fondé de le voir arriver à des résultats utiles et intéressants, alors même que le point de départ de son analyse serait devenu insoutenable. Bien que l'énoncé ci-dessus aille droit contre l'évidence des faits, bien qu'il nous ramène de quarante ans en arrière, en Physique-Mécanique appliquée, je me serais gardé de faire publiquement aucune réflexion critique, si un motif sérieux ne m'avait interdit le silence.

» Dans les derniers temps, de vives discussions se sont produites relativement au degré d'exactitude de cette hypothèse. Hirn et Hallauer ont exécuté des essais sur des machines à vapeur et ont conclu des résultats que l'échange de chaleur qui a lieu pendant un coup de piston entre les parois du cylindre et la vapeur est trop considérable pour pouvoir être négligé. La manière dont ils ont tiré leurs conclusions donne lieu, ainsi que l'a montré Zeuner dans deux Mémoires détaillés, à des doutes si sérieux, que l'on ne peut accorder aucune confiance au résultat qu'ils en ont déduit. En outre, si même on voulait admettre que l'échange de chaleur est plus grand qu'on ne doit s'y attendre en raison de la courte durée du coup de piston, on ne pourrait aujourd'hui y avoir égard d'une manière générale et certaine, car le phénomène est, à cause de la variation rapide de la température, trop compliqué et de nature trop différente pour différentes machines; par exemple, le fait que le cylindre a ou n'a pas d'enveloppe à vapeur doit avoir une influence considérable....

» On voit que je me trouve impliqué directement dans la question, avec un ami qui n'est plus là pour se défendre. Le silence, quand il s'agit d'un Ouvrage considérable comme le sont la plupart de ceux de M. Clausius, pourrait sembler un acquiescement tacite de ma part. Or je n'ai aucune raison, bien loin de là, pour changer d'opinion quant aux conclusions à tirer des recherches difficiles et pénibles qui ont occupé la première moitié de ma carrière scientifique. Je puis me permettre d'ajouter que les Ingénieurs nombreux qui, en Angleterre et aux États-Unis notamment, ont continué sur une grande échelle mes recherches, en appliquant ma méthode calorimétrique, se sont ralliés à peu près tous à nos conclusions. Je pouvais légitimement regarder comme définitivement terminée ce que les Ingénieurs américains ont nommé, sous forme demi-plaisante, demi-sérieuse, la *Célèbre bataille Hirn-Zeuner :* l'éminent mathématicien dont le

nom est ici joint au mien n'ayant su, au point de vue de la saine Physique, réfuter aucun de nos arguments.

» Puisque je m'y vois forcé, je reprendrai la question *ab ovo* et sous la forme la plus élémentaire possible.

» Lorsqu'on étudie expérimentalement une machine à vapeur à détente et à condenseur, dont le cylindre, *sans enveloppe à vapeur*, est protégé autant qu'il est possible contre les pertes de chaleur externes, voici ce que l'on observe :

» 1° Entre la pression dans la chaudière et la pression dans le cylindre pendant l'admission, il y a toujours une différence en moins, qui dépend de la section des conduites de vapeur et des lumières d'admission, mais qui, toutes choses égales, dépend aussi du phéuomène suivant :

» 2° Pendant la période d'admission, il se fait toujours une condensation de vapeur plus ou moins énergique, et lorsque, partant de la pression au cylindre pendant l'admission et du volume engendré par le piston, on calcule, à l'aide des Tables actuelles de la Thermodynamique, le poids de vapeur dépensé, on trouve toujours une dépense moindre que celle que relève l'expérience. La différence peut, selon les circonstances, aller de 10 à 40 pour 100.

» 3° Jamais la courbe relevée pendant la détente avec l'indicateur ne répond à celle que donnerait la vapeur sans addition de chaleur.

» 4° Le travail total donné par la machine est toujours autre que celui que l'on obtient par un calcul théorique *a priori*.

» 5° La quantité de chaleur retrouvée au calorimètre à la sortie de la machine répond exclusivement, comme il en doit être, à la valeur du travail total produit et ne dépend en rien des phénomènes particuliers qui peuvent se passer dans le cylindre.

» 6° Lorsque le cylindre de la même machine est muni d'une enveloppe à vapeur, protégée d'ailleurs elle-même contre les refroidissements externes, les phénomènes énumérés dans les quatre premiers paragraphes précédents sont modifiés profondément. J'avais trouvé, dès le début de mes travaux, et Combes l'avait trouvé avant moi, que, pour une même dépense de vapeur, le travail rendu par la même machine croît de plus de 20 pour 100 lorsqu'elle marche avec enveloppe à vapeur (chemise de Watt). M. Donkin, ingénieur à Londres, a eu récemment l'obligeance de me soumettre un Tableau manuscrit portant le résultat de plus de deux cents expériences sur les machines les plus diverses connues. Il découle de ce Tableau que le travail rendu, à égalité de dépense de vapeur, peut croître

entre des limites de 10 à 35 pour 100 par l'action de l'enveloppe. M. Clausius reconnaît lui-même que l'action de l'enveloppe doit être considérable; mais il ajoute de suite qu'elle ne saurait encore être évaluée *a priori*. Cette action est connue depuis plus de trente ans comme fait; et c'est de par la théorie purement mathématique, s'entend, qu'elle a été niée depuis tout autant d'années.

» De tout ce qui précède, il résulte bien positivement qu'il ne peut pas exister de théorie proprement dite de la machine à vapeur. Aucune de celles qui ont été produites sous ce nom jusqu'ici n'est apte à nous dire, à 40 pour 100 près, sans expérience préalable, ce que doit consommer de vapeur tel ou tel système donné. Aucune ne mérite réellement le nom de théorie.

» Quelle est l'origine, quelle est la cause réelle des divergences si considérables qui se manifestent entre les théories élaborées dans le cabinet de l'analyste et les résultats effectifs que donnent les expériences bien faites sur la machine à vapeur? C'est ici l'unique question à poser et à débattre; c'est elle seule qui a donné lieu à la discussion entre M. Zeuner, Hallauer et moi, à laquelle fait allusion M. Clausius. Voici les deux explications proposées.

» I. La réponse que j'avais donnée dès l'abord, et puis avec de plus en plus d'insistance, c'est que les parois des cylindres jouent le rôle de magasins de chaleur, à peu près comme le volant joue celui de magasin de travail; qu'elles prennent et restituent d'une manière utile ou nuisible ce qu'elles reçoivent de la chaudière. Pendant la période d'admission, la vapeur, se trouvant en contact avec un métal plus froid qu'elle, se condense partiellement et les parois s'échauffent; quand la détente commence et que la température de la masse gazeuse tend à diminuer, l'eau, ruisselant sur les parois désormais plus chaudes qu'elle, s'évapore partiellement, en donnant du travail; quand la vapeur se précipite au condenseur, la température baissant tout d'un coup considérablement, tout le restant de l'eau ruisselant sur les parois s'évapore et refroidit ainsi le métal, qu'est obligée de réchauffer la vapeur d'admission du coup de piston suivant. C'est cette dernière perte que j'ai, avec tous les observateurs après moi, nommée *refroidissement au condenseur*. Elle peut devenir énorme dans certains cas, et c'est sa réduction qui constitue la supériorité la plus essentielle d'une machine sur une autre.

» II. Partant de cette assertion, rendue de plus en plus insoutenable par les progrès de la Physique expérimentale, que les échanges de chaleur

entre les parois et la vapeur ne peuvent avoir lieu en raison de la trop courte durée des coups de piston, M. Zeuner, sans contester absolument l'effet des parois, dit qu'il doit être infiniment moindre que nous ne le supposons; et aux parois considérées comme magasins de chaleur il substitue une provision d'eau qui se trouverait toujours dans le cylindre et qui recevrait et rendrait alternativement la chaleur amenée par la vapeur admise.

» Que, algébriquement, on puisse ainsi substituer de l'eau au fer comme réservoir positif et négatif de chaleur, c'est ce qui saute aux yeux sans qu'il soit nécessaire de recourir à l'analyse. En faisant quelques légères modifications dans les équations chargées de traduire les faits, on pourrait substituer à l'eau du sable en poussière impalpable, du mercure, etc. Mais il s'agit ici d'une question de Physique et non de Mathématiques.

» Est-ce le fer des parois ou est-ce une provision hypothétique d'eau, *variable d'une machine à l'autre*, qui jette ainsi un trouble profond dans nos équations de cabinet et qui, chose tout aussi grave, peut altérer de 40 pour 100 le rendement d'une machine? — Je commence par faire remarquer que, si la seconde explication était correcte, la théorie n'en serait guère plus avancée, car il ne serait pas plus possible de dire à l'avance quelle quantité d'eau se trouvera à poste fixe pour nuire au rendement économique de telle ou telle machine. A un point de vue tout pratique, la solution de la question est au contraire de la plus haute importance, car les moyens à employer pour éliminer l'eau seraient nécessairement autres que ceux à employer pour empêcher l'action des parois de devenir nuisible. Discutons donc la question au point de vue de la Physique expérimentale moderne.

» 1° Lorsque, dans un réservoir de cuivre (ou autre métal) d'une quarantaine de litres ou plus de capacité, muni d'un manomètre à aiguille (Bourdon), on allume par l'étincelle électrique un mélange de 100 d'air et de 42 d'hydrogène, la combustion étant presque *instantanée* (Berthelot), l'aiguille du manomètre est chassée avec violence en avant; mais, en dépit de la vitesse acquise, elle n'atteint jamais même la moitié du chiffre répondant à la pression qui devrait se produire et elle recule presque aussi vite qu'elle s'était avancée, tant le refroidissement est rapide.

» 2° Lors de l'apparition de la machine à gaz de Lenoir, j'ai donné au *Cosmos* (1860) de l'abbé Moigno une théorie des effets de ce moteur, tout en avertissant expressément le lecteur que cette théorie ne pouvait être qu'une approximation, en raison de l'action refroidissante des parois des

cylindres. Et c'est ce que l'expérience a pleinement vérifié; ma théorie donnait un surplus d'effet utile de près de 50 pour 100. Il n'y a pourtant ici aucune provision d'eau en jeu, et c'est même en projetant de l'eau au cylindre à chaque admission que M. Hugon est parvenu à améliorer le rendement de ces machines.

» 3° Les belles expériences de M. Witz (à Lille), tout comme celles que j'ai publiées récemment, montrent que les gaz en mouvement changent de température avec une excessive rapidité par leur contact avec des surfaces métalliques à une autre température.

» 4° Lorsqu'une machine à un cylindre, à détente et à condenseur, mais sans enveloppe à vapeur, marche d'abord avec vapeur saturée et puis avec vapeur surchauffée de 80° (environ) au-dessus de son point de saturation, on constate, d'une part, que le travail rendu s'accroît et, d'autre part, que la dépense en vapeur diminue. Les deux effets réunis peuvent conduire à une économie de 30 pour 100, toutes choses égales d'ailleurs. Ces faits ont été niés de par toutes les théories *a priori*, car aucune théorie ne pouvait les expliquer à l'avance. La raison de l'accroissement de travail est très simple : par suite de la diminution de densité, les passages de vapeur, les lumières d'admission, etc., deviennent en quelque sorte plus grands *relativement;* la pression, pendant l'admission, et le travail d'admission s'accroissent donc. Mais pourquoi la dépense diminue-t-elle? On aurait pu croire que ceci relève aussi de l'accroissement du volume spécifique de la vapeur et de sa diminution de densité. Toutes les théories l'affirmaient, et je l'avais cru d'abord. Il n'en est nullement ainsi. Pendant la période d'admission, la vapeur surchauffée *tombe au point de saturation* dans le cylindre, *elle perd instantanément* ses 80° de surchauffe. Il n'y a pourtant pas d'eau présente ici. L'économie considérable de vapeur (et de combustible), due à l'application de la vapeur surchauffée à une machine sans enveloppe, dérive uniquement de ce que, par suite de l'échauffement des parois qu'elle détermine, il ne se condense point d'eau pendant l'admission et il n'en *ruisselle pas sur les parois pendant la condensation :* le refroidissement au condenseur est ainsi presque annulé.

» 5° Dans les condenseurs à surface des machines de marine, c'est le contact du métal uniquement qui produit la condensation. Nos machines ordinaires, dont le condenseur est plongé dans une bâche d'eau froide, peuvent marcher sans aucune injection d'eau, quand on réduit suffisamment le travail et, par suite, la dépense de vapeur. On objectera qu'en ces cas la surface métallique est énorme, relativement. Sans doute, mais l'effet

à produire est énorme aussi : la presque totalité de vapeur présente au cylindre devant se condenser en moins d'un centième de seconde, et sa température devant baisser de plus de 120°!

» 6° Tous les soigneurs de pompe intelligents savent à quels dangers ils s'exposent lorsque, leur machine (supposée sans enveloppe) étant froide ils lui donnent trop rapidement sa vitesse. L'eau condensée alors *en masse*, pendant l'admission, n'a plus le temps de s'échapper quand le piston arrive au bout de sa course, et l'impulsion acquise par le volant détermine infailliblement la casse de parties importantes de la machine. Des milliers d'accidents de ce genre n'ont pas eu d'autre origine.

» 7° Les extrémités, supérieure et inférieure, des cylindres sont toujours à une température de près de 30° au-dessous de celle de la vapeur admise. Pourquoi donc en serait-il ainsi, si les parois ne cèdent rien intérieurement pendant la détente et la condensation, et si c'est une provision d'eau qui joue complaisamment le rôle de magasin de chaleur?

» 8° Ce que j'ai dit de la manière d'agir de la vapeur surchauffée rend parfaitement compte de l'action de l'enveloppe à vapeur (chemise à vapeur de Watt). Les parois externes des cylindres étant tenues par la vapeur de l'enveloppe à une température élevée, les parois internes que lèche le piston arrivent aussi, par la conductibilité du métal, à une température plus élevée. Il s'y condense donc moins de vapeur que quand l'enveloppe fait défaut, et l'action désastreuse de l'eau, autrement présente sur les parois pendant la condensation, est évitée, du moins en grande partie. Les deux remarques suivantes nous montrent qu'il en est bien réellement ainsi :

» 1° Quelques constructeurs ont eu la malheureuse idée de faire arriver la vapeur à l'enveloppe par un conduit spécial et de conduire directement la vapeur de la chaudière au tiroir d'admission, au lieu que, dans une construction rationnelle, toute la vapeur dépensée doit toujours passer d'abord par l'enveloppe, ainsi, d'ailleurs, que l'avait établi Watt. Dans ces conditions, l'enveloppe ne donne pas même la moitié de l'économie obtenue quand toute la vapeur la traverse. Il y a pourtant évidemment plus d'eau amenée *artificiellement* dans les cylindres dans ce dernier mode de construction; mais, tout aussi évidemment, la vapeur stagnante dans l'enveloppe chauffe moins les parois que la vapeur en mouvement.

» 2° En mesurant la quantité de vapeur qui se condense continuellement dans une enveloppe, j'ai pu, il y a fort longtemps, déterminer la valeur de la chaleur cédée effectivement par les parois à la vapeur qui se détend.

» De l'ensemble des faits précédents, il découle : 1° que la rapidité des

coups de piston n'est aucunement un obstacle à l'effet des parois; 2° que cet effet existe bien réellement avec toute l'intensité que je lui avais attribuée dès l'origine de mes travaux et qu'ont pu constater depuis tous ceux qui étudient la machine à vapeur directement; 3° et enfin, que toute théorie qui ne sait ou qui ne veut tenir compte de cette action des parois ne peut conduire qu'à des résultats à peine approximatifs, sans utilité pratique réelle.

» Au point de vue pratique, une conclusion tout aussi importante est à tirer de ce qui précède. Il y a une quarantaine d'années, les meilleures machines à vapeur consommaient plus de 12^{kg} de vapeur par heure et par cheval; bien plus récemment encore, quelques-unes, pour la construction desquelles on avait pris trop au pied de la lettre les conseils des théoriciens de cabinet, allaient à 16^{kg}. Peu à peu, et aujourd'hui à peu près généralement, cette consommation de vapeur a été abaissée à 10^{kg}, et dans des cas particuliers, assez nombreux pourtant, à 8^{kg}. D'où dérivent ces progrès? De ce que, sciemment ou insciemment, les constructeurs sont parvenus, par la disposition convenable des enveloppes à vapeur, des conduites et des lumières d'admission, etc., etc., à diminuer l'action nuisible des parois, et finalement à la changer en une action utile. Les travaux des chercheurs alsaciens, attaqués en ma personne et en celle de Hallauer par M. Zeuner d'abord et rejetés même sans discussion par M. Clausius, mais admis aujourd'hui par tous les praticiens sans exception, auront été ainsi le point de départ d'un progrès considérable en Mécanique appliquée. C'est ce que se sont plu à constater déjà les Ingénieurs anglais et américains qui ont bien voulu suivre le sentier ouvert par nous. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la congélation des cidres.* Note de M. G. LECHARTIER.

« Trois questions se posent, relativement à l'action du froid sur le cidre : 1° le froid modifie-t-il le cidre, dans son arôme, sa saveur et sa limpidité? 2° De quelle nature sont les produits obtenus en employant la congélation pour concentrer certains cidres légers? Cette opération peut-elle s'effectuer sans perte sensible de matière? 3° Les ferments sont-ils détruits par un froid suffisamment prolongé et le cidre ainsi traité peut-il se conserver à l'abri de toute modification ultérieure?

» Dans toutes nos expériences, nous avons soumis le cidre à l'action

d'un froid de 18° à 20° au-dessous de 0°, produit par un mélange de glace et de sel marin. Une portion du liquide se congèle rapidement et sa température descend à — 3° ou — 4°. Lorsque l'on juge que la quantité de glace formée est suffisante, on arrête l'action du froid et on laisse écouler le liquide non congelé, tandis que l'on retient la glace dans le vase qui contenait le cidre.

» Au début, on recueille un liquide riche en couleur, dont la densité est bien supérieure à celle du cidre primitif. Cette densité ne varie guère pendant tout le temps que la masse des cristaux se maintient à une température inférieure à 0°. Lorsque la glace commence à entrer en fusion, l'eau produite déplace le cidre concentré qui imprègne encore les cristaux de glace et effectue complètement le clairçage de la masse solide. La densité du liquide qui s'écoule diminue alors peu à peu, pour atteindre enfin celle de l'eau pure. On partage facilement, à l'aide du densimètre, les liquides qui s'écoulent, en cidres de richesse comprise entre des degrés déterminés.

» En prolongeant l'action du froid, ce qui a pour effet d'accroître la quantité de matière congelée, en ralentissant le réchauffement des liquides et la fusion partielle de la glace, on fait varier à volonté la densité et la richesse des cidres obtenus. Les cristaux de glace que l'on sépare donnent par leur fusion un liquide presque incolore, marquant 1000 au densimètre et ne contenant que 0,3 pour 100 d'alcool.

» Voici les résultats obtenus, en traitant 12^{lit} de cidre contenant 4 à 5 pour 100 d'alcool et dont la densité était comprise entre 1008 et 1012 :

	Première opération.		Deuxième opération.	
Produits séparés.	Densité.	Volume.	Densité.	Volume.
Cidre........	1017	6,25 lit	1020	4,50 lit
Cidre........	1013	1,00	1016	1,50
Cidre........	»	»	1010,5	1,50
Eau.........	1000	4,75	1000	4,50

» Ces cidres concentrés contenaient 7 à 8 pour 100 d'alcool et 60^{gr} à 80^{gr} d'extrait sec par litre, c'est-à-dire qu'ils avaient la composition des cidres les plus riches de la Normandie.

» Ces cidres, mis en bouteille, ont été conservés à la cave. Dégustés quelques mois après, ils ont été trouvés bons et corsés : par leur couleur foncée, leur force et leur saveur, ils se différentiaient peu des produits des meilleurs crus de Normandie. Ces résultats ont été confirmés dans deux

séances de dégustation, qui ont eu lieu dans les concours de l'Association Pomologique de l'Ouest, à Versailles et au Havre.

» Les résultats ainsi obtenus sont tout différents de ceux que produirait une addition de sucre aux moûts. L'addition de sucre a seulement pour effet d'élever le titre en alcool. Par la congélation, on concentre tous les principes provenant de la pomme, en même temps que la saveur et l'arome. Il est même un degré de concentration qu'il ne faut pas dépasser, et l'on ne doit opérer que sur des cidres parfaitement nets de goût, ne possédant aucune saveur spéciale, un peu prononcée, de terroir ou autre. On concentre tout, qualités et défauts, et il ne faut pas que ces derniers deviennent assez apparents pour diminuer la valeur de la liqueur obtenue.

» Nous ne saurions traiter ici la question économique; mais ce que nous devons dire, c'est que l'industrie possède les moyens de produire de la glace, que ces procédés sont employés dans les brasseries, que les appareils n'auraient à subir que des modifications peu importantes pour être appliqués à la congélation des cidres, et, enfin, que des cidres relativement légers, et de saveur agréable, prennent ainsi des qualités qui leur donnent une plus-value considérable.

» Quant à la question de la destruction des ferments, nous dirons tout d'abord que les cidres congelés au mois de mai, dans les conditions précédentes, étaient en pleine fermentation le 10 septembre suivant. Cette première constatation est insuffisante. Pour fournir des résultats concluants, il était nécessaire : 1° que la totalité du liquide et toutes les parties du vase qui le contenaient fussent maintenues, pendant le même temps, à la même température; 2° que le liquide, après congélation, ne fût pas mis en contact avec l'air extérieur.

» Nous avons opéré sur 300^{cc} de cidre ou de moût, que nous avons enfermés dans des ballons scellés à la lampe. Ces derniers ont été complètement immergés dans le mélange réfrigérant; ils en étaient retirés deux par deux, à des intervalles de temps distants de vingt-quatre heures. Après un séjour plus ou moins prolongé à la cave, les ballons ont été ouverts et l'on a déterminé la densité du liquide et sa richesse en alcool. Dans tous les cas, lors de l'ouverture des ballons, que l'on a effectuée en fondant le verre à l'aide du dard d'un chalumeau, on a constaté qu'ils contenaient du gaz acide carbonique sous pression supérieure à la pression atmosphérique. Plusieurs fois, la pointe du verre a été projetée et deux ballons ont été retrouvés brisés. En transvasant le liquide, on a toujours constaté un dégagement très net de gaz carbonique.

Expériences sur des moûts de densité 1031, *dosant* 6,75 *pour* 100 *d'alcool. Congélation le* 25 *mai* 1887 *et jours suivants.*

Date de l'ouverture des ballons.	Durée de la congélation.	Densité du liquide.	Titre alcoolique.
	h		Pour 100.
11 juillet............	120	1027,7	7,25
8 septembre........	72	1023,0	8,05
»	120	1021,8	8,15
»	144	1026,6	7,55
»	212	1021,8	8,25

» Le même moût fermentant dans un flacon muni d'un tube abducteur marquait 1013,3 au densimètre et contenait 9,1 pour 100 d'alcool.

» Ces expériences ont été reproduites sur des cidres et des moûts de richesses variables; les résultats n'ont pas été modifiés.

» En résumé, après congélation maintenue à 18° au-dessous de 0 pendant deux cent douze heures, on n'a pas stérilisé des moûts et des cidres parvenus à divers degrés de fermentation. On a pu constater un ralentissement dans la fermentation. Mais on ne saurait, par l'application d'un froid de — 18° à — 20°, donner à une liqueur sucrée contenant des ferments la propriété de se conserver sans transformation ultérieure, lorsqu'elle est ensuite maintenue à la température ordinaire. »

M. E. **Levasseur** présente à l'Académie la « Statistique de la superficie et de la population des contrées de la Terre » (1 volume accompagné de deux cartes).

« Ce travail, qui a paru en deux parties dans les troisième et quatrième livraisons, année 1886, et dans la deuxième livraison, année 1887, du *Bulletin de l'Institut international de Statistique,* comprend une introduction et trois parties.

» L'Introduction porte sur les conditions générales de ce genre de statistique et sur le mode d'exécution du travail. Trois tableaux placés à la fin donnent la superficie générale de la Terre, la superficie des trapèzes d'un demi-fuseau du globe terrestre limités par les degrés de latitude (tableau qui a été fourni à l'auteur par le Bureau des Longitudes) et la liste des recensements de la population qui ont eu lieu dans les États civilisés depuis la seconde moitié du XVIIIe siècle.

» Les trois parties, qui se composent de 103 tableaux, sont consacrées :

la première à l'Europe, la seconde aux autres parties du monde, la troisième aux généralités relatives à la Terre entière.

» Pour tous les États d'Europe et les contrées civilisées des autres parties du monde, chaque État, chaque groupe de colonies ou chaque région est l'objet d'un tableau qui en fait connaître la superficie, la population et la densité par départements ou provinces; les totaux sont résumés dans un tableau récapitulatif pour chaque partie du monde. La troisième partie est composée de résumés, pour la Terre entière, de ces tableaux récapitulatifs.

» Les villes de plus de 50 000 habitants sont mentionnées à la suite de chaque tableau particulier; deux tableaux récapitulatifs contiennent pour l'Europe et pour les autres parties du monde la liste, par ordre d'importance, des villes de plus de 100 000 habitants.

» Trois tableaux de statistique rétrospective présentent la suite des changements survenus, depuis le commencement du XIXe siècle, dans la superficie et la population des États européens.

» Les deux cartes placées à la fin du volume et dressées conformément au procédé que nous avons exposé dans un Mémoire sur *La Statistique graphique* (avec une modification dans la gamme des teintes), montrent la densité par provinces des États européens et la densité de la Terre par États ou par régions.

» Les éléments de ce travail nous ont été fournis, conformément aux cadres que nous avions préparés, ou du moins ont été révisés par les directeurs de statistique ou, à leur défaut, par des savants autorisés pour tous les États d'Europe. Le temps nous a manqué pour communiquer cette fois notre manuscrit aux statisticiens des autres parties du monde; mais le Bureau de l'Institut international de statistique se propose de renouveler dans un an ou dix-huit mois cette publication et de demander le concours de tous les bureaux de statistique. Déjà, depuis plusieurs années, l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* publie une statistique du même genre, beaucoup moins étendue, pour laquelle nous avons, autant que possible, consulté chaque fois les directeurs de statistique. Le *Bulletin de l'Institut international de statistique* s'imprime à Rome, où réside le secrétaire général, M. Bodio, directeur général de la statistique du royaume d'Italie; grâce à son concours, chacun des nombres insérés dans ce travail, qui a exigé plusieurs milliers d'opérations, additions ou rapports de densité, a été contrôlé avec beaucoup de soin dans ses bureaux et présente des garanties

d'exactitude plus grandes que si l'auteur avait dû se fier entièrement à lui-même.

» Nous citons, à titre d'exemple, une partie du dernier tableau qui est le résumé de la superficie et de la population par parties du monde.

	Superficie.		Population.		
	Superficie en millions de kilomètres carrés.	Rapport à la superficie totale de la Terre.	Millions d'habitants.	Densité (habitants par kilomètre carré).	Rapport à la population de la Terre.
Europe	10,0	2,0	347	34	23,4
Afrique	31,4	6,1	197	6	13,3
Asie	42	8,2	789	19	53,2
Océanie	11	2,2	38	3,5	2,6
Amérique du nord	23,4	4,6	80	3,4	5,4
Amérique du sud	18,3	3,6	32	1,7	2,1
	136,1	26,7	1483	10,9	100,0

» Ces nombres sont loin d'être d'une exactitude rigoureuse. Dans la dernière édition d'une publication allemande qui est souvent citée, avec raison, comme une autorité en cette matière (*Die Bevölkerung der Erde, VII*, année 1882), on trouve bien 136 millions pour la superficie, mais avec une distribution très différente par parties du monde (8,9 pour l'Australie et la Polynésie, 44,5 pour l'Asie), et l'on ne trouve que 1434 millions d'habitants.

» La principale cause de la différence des superficies provient de la Malaisie, que les Allemands attribuent à l'Asie, tandis que nous la rattachons à l'Océanie. Cependant, cette cause n'est pas la seule. Il serait impossible d'aborder ici un examen de détail : il faudrait comparer pour ainsi dire un à un tous les nombres dans les deux publications. Nous nous bornerons à dire que, quoique la superficie d'un territoire paraisse être une notion simple et facile à obtenir, il y a cependant très peu d'États, même en Europe, dont la superficie officielle soit à l'abri de la critique. La France en est un exemple; les statistiques officielles, qui ne sont pas toutes d'accord, lui attribuent environ 528400^{kmq} (c'est le nombre que nous donnons dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'an* 1887), tandis que le calcul du général Strelbitsky lui en attribue plus de 534000. Sur le vœu exprimé par le Conseil supérieur de Statistique, le Ministère de la Guerre a entrepris de calculer sur la Carte au 80000e la véritable superficie de notre territoire.

» La population est une notion moins précise encore que la superficie. On ne la connaît d'une manière satisfaisante que par les recensements. Or les recensements eux-mêmes sont loin d'être parfaits; ils n'ont pas lieu à la même époque dans tous les pays, et, hors d'Europe, les États qui en font sont une minorité. Il y a surtout une partie du monde, l'Afrique, pour laquelle le total de la population est presque entièrement hypothétique. Nous expliquons dans l'Introduction pourquoi le nombre de 197 millions d'habitants, que nous lui attribuons d'après des évaluations généralement admises, nous paraît être supérieur à la réalité.

» Quoique étant d'une précision insuffisante dans l'état de nos connaissances, les nombres consignés dans ce travail sont instructifs. Nous renvoyons à l'Introduction le lecteur qui désirerait être renseigné sur la manière dont ils ont été obtenus, et nous nous contentons de rappeler, en terminant, quelques lois de la distribution de la population que l'examen des nombres et surtout la vue des deux cartes font comprendre :

» 1° Près des deux tiers du genre humain vivent groupés sur un espace, relativement petit, d'environ 11 millions de kilomètres carrés (à peu près $\frac{1}{12}$ des terres), répartis en trois groupes : Europe occidentale, centrale et méridionale (environ 245 millions d'habitants et 3,5 millions de kilomètres carrés); empire des Indes (254 millions d'habitants et 3,6 millions de kilomètres carrés); Chine proprement dite, avec la Mandchourie et le Japon (430 millions d'habitants et moins de 4 millions de kilomètres carrés);

» 2° Les grands cours d'eau sont, à cause de la fertilité du sol et de la facilité des transports, au nombre des régions où la population est le plus dense;

» 3° Les côtes de la mer, qui fournit des moyens d'existence par la pêche et par la navigation, sont aussi des régions très peuplées, quand des circonstances particulières n'en écartent pas la population;

» 4° Les bassins houillers, en concentrant les usines, exercent sur l'agglomération des habitants une attraction beaucoup plus puissante que les vallées ou les côtes;

» 5° Les très grandes villes ont une influence du même genre, et leur puissance à cet égard peut être comparée à l'attraction des grandes masses de la matière.

» En Europe particulièrement :

» 6° Les contrées étant en général peuplées en raison de leur richesse lorsque l'état social de leurs populations est à peu près le même, c'est dans

le nord-ouest et le centre de l'Europe et en Italie qu'on trouve la plus forte densité;

» 7° Les hauts plateaux et les montagnes (exemples : plateau de Castille, Massif central de la France, Alpes, péninsule Pélasgique) sont relativement peu peuplés;

» 8° Les régions septentrionales, au nord du parallèle de Saint-Pétersbourg, et les steppes du sud-est étant impropres à la culture sont encore moins peuplées que les plateaux et les montagnes. »

MÉMOIRES LUS.

VOYAGES SCIENTIFIQUES. — *Sur la troisième campagne scientifique de* l'Hirondelle. Note du prince **Albert de Monaco**.

« Le résultat des premières campagnes scientifiques accomplies sur ma goélette à voiles *l'Hirondelle,* et partiellement connues de l'Académie, ayant encouragé mes vues, j'ai poursuivi, en juin, juillet et août derniers, sur un terrain plus vaste et avec de plus puissants moyens, les mêmes recherches sur les courants et sur la faune de l'Atlantique Nord.

» 931 flotteurs en verre, doublé de cuivre, contenant chacun un document polyglotte, étaient la contribution du Conseil municipal de Paris à cette expérience, que je faisais en commun avec M. le professeur Pouchet, mon hôte à bord jusqu'à Terre-Neuve. Nous avons lancé ces objets entre les Açores occidentales et le banc de Terre-Neuve, suivant une ligne aussi régulière que les circonstances de la navigation à la voile l'ont permis.

» Cette ligne, qui vaut le N. 55 O., est longue de 710 milles environ dans tout son développement. Elle va depuis 39° 59′ de lat. N. et 36° 30′ de long. O. jusqu'à 45° 45′ de lat. N. et 48° 42′ de long. O., ce qui lui donne une longueur de 600 milles, suivant la coupe transversale du *gulf stream*.

» D'après ces chiffres, l'intervalle moyen qui sépare deux flotteurs est de 1180^{m}; toutefois il est beaucoup moindre dans la partie centrale.

» Nous avons encore jeté à la mer, pendant la traversée de retour, 65 flotteurs sur une ligne de 128 milles, depuis 49° 31′ de lat. N. et 31° 27′ de long. O. jusqu'à 48° 58′ de lat. N. et 28° 27′ de long. O.

» D'autre part, les recherches zoologiques et les travaux de laboratoire

conduits par un savant zoologiste, M. Jules de Guerne, et par moi, ont eu lieu au moyen des installations suivantes :

» 1° Un chalut démontable pareil à celui que nous avons précédemment décrit ([1]), mais fonctionnant par le moyen d'un câble en acier galvanisé de 6 torons composés de 7 fils n° 2, résistant à la traction moyenne de 2290^{kg} et long de 3000^{m}. Ce câble, enroulé autour d'une bobine en tôle d'acier, établie sur le pont au centre du navire, est conduit, lorsqu'il s'agit de draguer, sur la poupée d'un treuil puissant à manivelles, fixé au pied du mât de misaine, puis par deux poulies de renvoi, jusqu'à l'extrémité d'une bigue également appuyée sur le pied de ce mât et qui tient le câble écarté de la muraille extérieure du navire;

» 2° Plusieurs nasses en toile métallique, pour être descendues dans les grandes profondeurs;

» 3° Un chalut en étoffe de soie très fine à bluter le son, ayant 7^{m} d'ouverture et $4^{m},30$ de profondeur, pour faire des pêches de surface;

» 4° Une série de filets fins en étoffe à bluter les fleurs de farine, destinés à faire des pêches pélagiques.

» 5° Un appareil de sondage presque semblable à l'appareil Thibaudier, avec 4000^{m} de fil d'acier.

» La force employée sur l'*Hirondelle*, pour le fonctionnement du chalut et de la sonde, était simplement la force des bras. Douze hommes viraient facilement le premier, deux hommes suffisaient pour la sonde.

Le chalut, envoyé jusqu'à la profondeur d'environ 1300^{m}, entre les îles San Jorge et Pico, des Açores, nous a rapporté une faune abondante, parmi laquelle se trouve un poisson voisin du *Malacosteus niger*, et plusieurs autres indéterminés, des Gorgones, des Éponges siliceuses, appartenant à la famille des Hexactinellides, un Oursin mou (*Phormosoma*) et de nombreux Crustacés amphipodes et isopodes.

» Au voisinage du banc de Terre-Neuve, j'ai dragué jusqu'à 1267^{m}, obtenant un grand nombre d'éponges et de poissons de la famille des Macroures, une Encrine, des Mollusques, et des Crabes rouges épineux (*Lithodes*).

» Par 130^{m} et 150^{m}, j'ai obtenu des *Astrophyton*, des *Asteracanthion*, des *Solaster*, des Ophiures et des Oursins, des *Hyas* de grande taille, des Pagures habitant de grands buccins et des *Volutopsis*. En somme, la faune polaire.

([1]) *Comptes rendus*, séance du 14 février 1887.

» Ces mêmes dragages ont ramené une quantité de cailloux, transportés sans doute par les glaces ; ils fourniront peut-être quelques données intéressantes pour les recherches dont la formation du banc de Terre-Neuve est l'objet.

» La température du fond dans ces parages varie de — 1° environ à + 3°,6.

» J'ai pu, cette année, réussir dans l'essai de nasses amorcées particulières, sur lesquelles je comptais pour ramener, d'une grande profondeur et complètement intacts, des animaux délicats presque toujours meurtris dans le chalut. Descendues jusqu'à 620^{m}, près des Açores, elles ont remonté un Crustacé décapode de grande taille, nouveau peut-être, et un assez grand poisson totalement abandonné par ses écailles, bien que nul choc ou frottement n'ait pu l'atteindre. Dans une opération identique, d'autres poissons (*Sebastes*) revinrent en parfait état et vécurent longtemps encore.

» La faune lacustre des Açores a été recueillie très soigneusement par nous, et l'étude qu'en fait M. de Guerne entraînera des conclusions remarquables au point de vue de la distribution géographique et du transport de certaines espèces animales.

» Un Cachalot, capturé près de Fayal, par des baleiniers indigènes, et librement examiné par M. le professeur Pouchet, a fourni au laboratoire de l'*Hirondelle* un cerveau et des pièces anatomiques dont le Muséum de Paris s'enrichira.

» Depuis l'Europe jusqu'à Terre-Neuve, l'usage continuel des petits ou des grands filets fins remplissait nos bocaux, d'une faune pélagique très particulière, notamment d'un poisson réputé rare et qui nous revenait par centaines (*Scopelus* de plusieurs espèces), tandis que j'observais, comme en 1886 (¹), l'oscillation verticale diurne et nocturne de toute cette faune. Des Mollusques ptéropodes et hétéropodes, des Mysidés et Amphipodes nombreux, des Annélides remarquables de la famille des Alciopides, et bien d'autres types, dont quelques-uns n'ont été précédemment signalés que dans l'Atlantique sud (²) ou dans le Pacifique (³).

» Deux fois j'ai recueilli, flottant à la surface, des débris de Poulpe de grande taille; l'un d'eux, comprenant la couronne et le bec, pesait une dizaine de kilogrammes.

(¹) *Comptes rendus*, 14 février 1887.

(²) Voyage de Belcher.

(³) Quoy et Gamiard.

» Je signalerai encore de nombreuses touffes de Sargasses qui, rencontrées jusqu'au 45° lat. N., m'ont procuré toute la faune spéciale qui les habite.

» Nous avons capturé, en haute mer, un poisson lune (*Orthogoniscus Mola*), pesant près de 300^{kg} et muni d'un véritable prolongement caudal, fait digne d'être mentionné.

» L'appareil de sondage a fonctionné, sans aucune peine, jusqu'à la profondeur de 3300^{m}.

» Je n'ai pas négligé les observations thermométriques au cours de cette campagne; elles ont été faites d'un continent à l'autre pour la surface de la mer, et depuis le voisinage des Açores jusqu'à Terre-Neuve pour les profondeurs de 10^{m} et de 100^{m}.

» Je tiens enfin à signaler mes observations, plusieurs fois répétées durant cette campagne, sur l'usage de l'huile pour calmer la mer; elles sont entièrement d'accord avec les conclusions posées devant l'Académie par M. l'amiral Cloué. Le 23 août, notamment, l'*Hirondelle* prise dans le demicercle dangereux d'un cyclone, n'aurait peut-être pas résisté comme elle l'a fait pendant cinq heures à la violence vraiment exceptionnelle des lames, si elle n'avait eu recours à ce moyen de protection. »

OPTIQUE. — *Du cercle chromatique de Newton*. Note de M. **G. Govi**.

« Tous les physiciens connaissent la règle que Newton a donnée sans démonstration dans son *Optique* (1704), pour calculer la position dans le spectre et le degré de concentration de la couleur qui résulte du mélange de deux ou de plusieurs autres couleurs pures prises en proportions déterminées.

» Cette règle n'a plus aujourd'hui la valeur qu'on lui a attribuée pendant longtemps, parce qu'elle exige nécessairement le concours de toutes les couleurs pour produire le blanc, tandis que l'on connaît à présent de nombreux cas de sensation du blanc excitée par le mélange de deux seulement, ou de trois couleurs simples, c'est-à-dire prises dans un spectre pur. Néanmoins, puisque la règle de Newton a déjà servi en plusieurs circonstances à des physiciens, tels que Biot, Fresnel, Jamin, etc., et qu'elle leur a donné d'assez bons résultats, on ne trouvera pas inutile que l'on ait essayé d'en découvrir l'origine, d'autant plus que, Newton n'en ayant absolument rien dit, Biot, Mossotti et bien d'autres savants l'ont cherchée inutilement jusqu'ici.

» Il est utile d'ailleurs de remonter à la source de cette règle, parce que sa valeur en dépend, et que si elle a été souvent appliquée avec confiance, c'est parce qu'on lui a supposé une origine théorique, ou, pour le moins, une base expérimentale rigoureusement établie.

» Le point de départ de la règle de Newton consiste à diviser la circonférence d'un cercle en sept parties qui soient entre elles comme les fractions

$$\frac{1}{9},\quad \frac{1}{16},\quad \frac{1}{10},\quad \frac{1}{9},\quad \frac{1}{10},\quad \frac{1}{16},\quad \frac{1}{9}$$

et à supposer que les sept arcs ainsi obtenus représentent par leurs longueurs les quantités de rouge, d'orangé, de jaune, de vert, de bleu, d'indigo et de violet qui entrent dans la composition de la lumière blanche. Or, si l'on considère la circonférence ainsi divisée, comme un spectre, dont la longueur soit égale à l'unité, on trouve que les couleurs se répartissent sur lui de la manière suivante :

rouge $\frac{40}{237}$, orangé $\frac{15}{158}$, jaune $\frac{12}{79}$, vert $\frac{40}{237}$, bleu $\frac{12}{79}$, indigo $\frac{15}{158}$, violet $\frac{40}{237}$.

Ces proportions des diverses couleurs ne correspondent guère aux proportions des mêmes couleurs trouvées par Newton dans le spectre rectiligne et qui étaient, d'après lui,

rouge $\frac{1}{8}$, orangé $\frac{3}{40}$, jaune $\frac{2}{15}$, vert $\frac{1}{6}$, bleu $\frac{1}{6}$, indigo $\frac{1}{9}$, violet $\frac{2}{9}$,

et, comme on sait qu'il tenait beaucoup à cette division du spectre, on s'étonne de rencontrer sur le cercle chromatique une répartition tout à fait différente.

» Pour expliquer une telle divergence, on a vainement essayé d'avoir recours aux *longueurs d'accès* données par Newton, et qui correspondent chacune, pour une couleur déterminée, au quart de ce qu'on appelle aujourd'hui sa *longueur d'onde;* mais les *accès*, pas plus que les fractions du spectre rectiligne, n'ont pu expliquer la division du cercle chromatique.

» Il n'eût pas été, cependant, bien difficile d'en découvrir l'origine, si l'on avait mieux tenu compte de la *relation musicale* entre les cordes d'une octave et les couleurs du spectre, relation suggérée à Newton par le hasard de son prisme, et qui lui avait paru assez importante pour qu'il ait préféré en déduire les angles de réfraction des rayons différemment colorés, compris entre les limites du spectre, plutôt que de les mesurer directement, soit par projection, soit par d'autres artifices.

» La relation musicale entre le spectre et une corde sonore, indiquée par Newton, peut s'exprimer de la manière suivante :

» Si l'on double la longueur du spectre, prise entre l'extrémité visible du rouge et l'extrême limite du violet, et si l'on considère cette double longueur comme une corde donnant le son fondamental de certaine gamme usitée du temps de Newton, et qui diffère légèrement de notre gamme actuelle, il sera facile de marquer sur cette corde les quantités dont il la faut raccourcir successivement (à partir de l'extrême violet) pour en tirer les différents sons de la gamme, en montant d'une octave. Les longueurs successives de cette corde sonore doivent être, d'après Newton,

$$1,\ \frac{8}{9},\ \frac{5}{6},\ \frac{3}{4},\ \frac{2}{3},\ \frac{3}{5},\ \frac{9}{16},\ \frac{1}{2},$$

la longueur 1 atteignant la dernière limite du violet, et la longueur $\frac{1}{2}$ celle du rouge.

» Ces principes une fois posés, on peut regarder toutes ces longueurs comme autant de cordes différentes dont chacune correspond à l'une des couleurs du spectre, qui lui donne son nom et qui lui emprunte son caractère. On aura de la sorte la corde violette égale à 1, la corde indigo qui sera les $\frac{8}{9}$ de la première, la corde bleue qui en sera les $\frac{5}{6}$, et ainsi de suite, jusqu'à la corde $\frac{1}{2}$ qui représenterait un violet plus aigu, si les couleurs du spectre se répétaient en augmentant d'acuïté comme les notes musicales.

» Chacune de ces cordes lumineuses, malgré sa différence de longueur par rapport aux autres, a été, fort probablement, considérée par Newton comme représentant l'unité de couleur ou l'unité de *force photochromique*, parce que le produit de chaque longueur de corde par le nombre de ses vibrations demeure toujours égal à l'unité [1]. Or, si l'on retranche successivement l'une de l'autre ces différentes cordes, les portions qui en restent dans le spectre avec leur couleur propre pourront être regardées comme autant de fractions de chaque unité, dont le mélange composera finalement la lumière blanche.

---

[1] Cela revient à considérer la *quantité de chaque couleur* comme une *quantité de mouvement*, et puisque la masse de chaque corde est proportionnelle à sa longueur, et sa vitesse au nombre de ses vibrations par seconde, les longueurs étant entre elles comme les rapports 1, $\frac{8}{9}$, $\frac{5}{6}$, etc., et les nombres correspondants de vibrations comme 1, $\frac{9}{8}$, $\frac{6}{5}$, etc., il en résulte que la *quantité de mouvement* de chaque corde est égale à l'unité.

» En appliquant ces principes, on trouve sans difficulté que la corde indigo, étant les $\frac{8}{9}$ de la corde violette, en doit laisser à découvert $\frac{1}{9}$, et que, par conséquent, $\frac{1}{9}$ de l'unité violette entrera dans la composition du blanc. Si l'on prend ensuite comme unité la corde indigo, qui est les $\frac{8}{9}$ de la corde fondamentale, et si l'on en retranche la corde bleue, qui en est les $\frac{5}{6}$, le reste sera exprimé par

$$\frac{\frac{8}{9}-\frac{5}{6}}{\frac{8}{9}}=\frac{1}{16},$$

ce qui signifie que dans le blanc il entrera $\frac{1}{16}$ de l'unité indigo. On obtiendra de la sorte, pour les sept différences successives, les rapports suivants :

Violet.........	$1-\frac{8}{9}=\frac{1}{9}$	de l'unité de lumière	violette;
Indigo..........	$\frac{\frac{9}{8}-\frac{5}{6}}{\frac{8}{9}}=\frac{1}{16}$	»	indigo;
Bleu............	$\frac{\frac{5}{6}-\frac{3}{4}}{\frac{5}{6}}=\frac{1}{10}$	»	bleue;
Vert............	$\frac{\frac{3}{4}-\frac{2}{3}}{\frac{3}{4}}=\frac{1}{9}$	»	verte;
Jaune...........	$\frac{\frac{2}{3}-\frac{3}{5}}{\frac{2}{3}}=\frac{1}{10}$	»	jaune;
Orangé.........	$\frac{\frac{3}{5}-\frac{9}{16}}{\frac{3}{5}}=\frac{1}{16}$	»	orangée;
Rouge..........	$\frac{\frac{9}{16}-\frac{1}{2}}{\frac{9}{16}}=\frac{1}{9}$	»	rouge,

qui constituent précisément la série des rapports assignés par Newton aux sept portions de son cercle chromatique, dont la division se trouve ainsi fort naturellement et fort simplement déduite de la partition musicale du spectre.

» Il est facile maintenant de comprendre combien le point de départ de ce raisonnement est illusoire, puisque la division musicale du spectre ne peut se rencontrer que tout à fait par hasard, avec un certain prisme et en fixant *a priori* les limites des couleurs que l'on veut déterminer, attendu qu'il n'y a en réalité dans le spectre ni rouge, ni orangé, ni jaune, etc., mais une suite continue de nuances allant d'une couleur à l'autre par des gradations insensibles, où il n'est donné à personne de marquer les limites qui les séparent.

» Il n'est donc pas étonnant que le *cercle chromatique* de Newton ait été trouvé souvent en défaut, puisqu'il n'est l'expression d'aucun principe

théorique certain, ni d'aucun fait expérimental rigoureusement observé, mais, tel qu'il est, il peut donner encore des résultats approchés assez utiles, lorsqu'il s'agit d'exprimer les sensations complexes éprouvées par l'organe de la vue.

» Un mélange de couleurs est quelque chose qui ne correspond réellement à rien de précis dans l'esprit du physicien, pas plus qu'un mélange de sons, ou qu'un mélange de chaleurs différentes. Mais, si l'œil intervient, l'impression qu'il en reçoit peut faire reconnaître au mélange des caractères qu'il eût été impossible de lui assigner *a priori*, toute sensation échappant à la méthode rigoureusement scientifique. Fresnel l'avait parfaitement reconnu et fort bien dit, dès 1821, dans une *Note sur le calcul des teintes que la polarisation développe dans les lames cristallisées*, où, après s'être efforcé d'exprimer théoriquement la couleur des mélanges, il ajoutait :

» C'est du moins tout ce qu'on peut déduire à présent de la théorie, et pour le reste il faut avoir recours à la construction empirique de Newton..... ; car expliquer et calculer théoriquement l'effet produit sur l'œil par un mélange de rayons hétérogènes, c'est un double problème de Physique et de Physiologie qu'on est sans doute encore loin de résoudre. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Rolland** soumet au jugement de l'Académie un appareil fondé sur la force de projection des liquides dans le vide.

(Commissaires : MM. Phillips, Lévy, Haton de la Goupillière).

M. **Delauney** adresse deux nouveaux Mémoires, relatifs aux bolides et aux taches solaires.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un volume de M. le contre-amiral *Serre*, intitulé : « Études sur l'his-

toire militaire et maritime des Grecs et des Romains ». (Présenté par M. Jurien de la Gravière.)

2° Le tome II du « Traité de Physiologie comparée des animaux, de M. *G. Colin;* 3e édition » (Présenté par M. Brown-Séquard.)

ASTRONOMIE. — *Positions de la comète Brooks* (☄ 22 *janvier* 1887), *mesurées à l'équatorial de* 8 *pouces de l'observatoire de Besançon*. Note de M. **Gruey**, transmise par M. Tisserand.

Dates. 1887.		Étoiles de comparaison.	Grand.	Ascension droite. ☄ — ★.	Distance polaire. ☄ — ★.	Nombre de comp.	Observ.
				m s	′ ″		
Févr. 24....	*a*	Anonyme, rapp. à 6024, Lalande.	»	−1.35,32	− 7.50,3	15:15	G.
24....	*b*	id.	»	−1.23,98	− 1.19,5	10:10	G.
26....	*c*	Anonyme, rapp. à 6264, Lalande.	»	−0.59,15	− 4.16,1	18:15	G.
26....	*d*	id.	»	−1.22,46	+ 5.32,8	18:15	G.
28....	*e*	Anonyme.	»	−1. 5,35	+ 2. 2,9	18:15	G.
28....	*e*	id.	»	−0.48,65	+ 7.10,2	10:10	G.
Mars 1....	*f*	Argelander, VI + 55°, 798.	8,4	+1.26,94	+ 3.17,2	18:15	G.
2....	*h*	Anonyme, rapp. à 704, Argelander.	»	−0.47,44	−20.35,5	10:12	G.
18....	*h*	⅓ Baily 1291, Armagh 885, Sev. Year 523.	5	+0.28,57	− 1.13,9	20:20	G.
29....	*i*	W_2, 4 H, 457.	7	+2.34,53	−20.19,2	15:12	G.
Avril 10....	*j*	W_2, 4 H, 822.	8	+3.19,15	−10. 7,9	21:28	G.
18....	*k*	½ W_2, 4 H, 1172, Rümk. (1850), 2489.	9	−1. 5,41	+ 6.16,0	18:15	H.
20....	*l*	½ Sev. Year 637, Green. 332, Rümk. 2507.	5	−1.13,32	− 4.19,9	18:18	H.

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles.	Ascension droite moyenne pour 1887,0.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne pour 1887,0.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s		° ′ ″		
a.......	3. 7.42,0	»	28.31.16,0	»	Anonyme.
b.......	3. 8.13,0	»	28.35.13,0	»	Id.
c.......	3.15.36,0	»	30.40.47,0	»	Id.
d.......	3.16.39,0	»	30.41. 5,0	»	Id.
e.......	3.23.45,0	»	32.53. 0,0	»	Id.
		s		″	
f.......	3.25. 9,28	−0,28	34. 4.15,2	−4,8	Argelander, VI + 55°.
g.......	3.29.43,0	»	35.32.26,0	»	Anonyme.
h.......	4. 7.11,81	−0,43	49.48.12,5	+1,4	⅓ Baily, Armagh, Seven Year.
i.......	4.23.23,33	−0,55	57.47.27,3	+4,7	$Weisse_2$, 4 H.
j.......	4.39.15,76	−0,64	64.10.16,8	+7,1	Id.
k.......	4.53.46,00	−0,68	67.33.19,6	+8,4	½ $Weisse_2$, 4 H; Rümker, 1850.
l.......	4.56.20,27	−0,69	68.34.19,1	+8,4	⅓ Seven Year, Greenwich, Rümker, 1850.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1887.	Temps moyen de Besançon.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s				
Févr. 24....	14.27.20	»	»	»	»
24....	14. 3.36	»	»	»	»
26....	9. 8. 0	»	»	»	»
26....	13. 5.11	»	»	»	»
28....	11.51. 9	»	»	»	»
28....	13.44.34	»	»	»	»
		h m s		° ′ ″	
Mars 1....	13.59,51	3.26.35,94	$\bar{1}$,682	34. 7.27,6	$0{,}864_n$
2....	14. 4.49	»	»	»	»
18....	9.54. 5	4. 7.39,95	$\bar{1}$,716	49.47. 0,0	$0{,}648_n$
29....	11.15.13	4.25.57.31	$\bar{1}$,653	57.27.12,8	$0{,}814_n$
Avril 10....	9. 5.55	4.42.34,27	$\bar{1}$,647	64. 0.16,0	$0{,}745_n$
18....	8.59.27	4.52.39,91	$\bar{1}$,637	67.39.43,8	$0{,}772_n$
20....	8.54.32	4.55. 6,26	$\bar{1}$,634	68.30. 7,6	$0{,}776_n$

» *Remarque.* — Les observateurs, MM. Gruey et Hérique, sont désignés par les lettres G et H. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur quelques propriétés des surfaces coniques.* Note de M. **G. Humbert**, présentée par M. C. Jordan.

« La propriété si remarquable que présente la circonférence de cercle, pour la mesure des angles situés d'une manière quelconque dans son plan, ne paraît pas susceptible d'être étendue à la sphère ; on peut donner toutefois des résultats simples relatifs à la différence des aires que découpe sur une sphère une surface conique la rencontrant suivant deux courbes fermées, et ces résultats rappellent le théorème qui fait connaître la mesure de la zone sphérique.

» On est conduit par ces recherches à introduire, dans la théorie des cônes, deux éléments nouveaux qui jouent par rapport à un cône le même rôle que la bissectrice et l'angle par rapport à un système de deux droites, et que l'on peut définir comme il suit.

» Soit $f(x, y, z) = 0$ l'équation d'un cône ayant son sommet à l'origine, les axes étant rectangulaires.

» Posons

$$\lambda = \int \frac{z\,dy - y\,dz}{x^2 + y^2 + z^2}, \qquad \mu = \int \frac{x\,dz - z\,dx}{x^2 + y^2 + z^2}, \qquad \nu = \int \frac{y\,dx - x\,dy}{x^2 + y^2 + z^2},$$

les trois intégrales étant étendues à tout le contour réel du cône; nous appellerons *plan d'orientation* du cône le plan, passant par le sommet, dont l'équation est

$$\lambda x + \mu y + \nu z = 0;$$

il est aisé de voir que la position de ce plan, indépendante du choix des axes, est invariablement liée à celle du cône. L'*axe d'orientation* sera la normale élevée sur ce plan au sommet du cône, et le *module* du cône sera la quantité

$$\sqrt{\lambda^2 + \mu^2 + \nu^2}.$$

» Cela posé, on peut énoncer ainsi la propriété fondamentale de cette théorie.

» Soit un cône, de module ρ, rencontrant une sphère de rayon R suivant deux courbes fermées, et de telle sorte que *toutes* les génératrices réelles du cône coupent réellement la sphère; désignons par d la distance du centre de la sphère au plan d'orientation du cône : *la différence des deux aires que le cône découpe sur la sphère est égale à* $2\rho R d$.

» Ainsi :

» *Le lieu des centres des sphères de rayon constant sur lesquelles un cône fixe découpe deux aires de différence donnée est un système de deux plans parallèles au plan d'orientation du cône et symétriques par rapport à ce plan.*

» En particulier :

» *Les sphères sur lesquelles un cône fixe découpe deux aires égales ont leur centre dans le plan d'orientation de ce cône.*

» On déduit également de la formule générale ce théorème curieux :

» *La différence des deux aires que découpe un cône sur une sphère fixe reste constante quand on fait tourner ce cône autour de son axe d'orientation ou d'une droite parallèle à cet axe.*

» Ces théorèmes s'appliquent non seulement aux cônes qui ont une équation déterminée, mais à toute surface conique fermée, composée de

portions juxtaposées de cônes algébriques ou transcendants, à un trièdre par exemple.

» Sans insister sur les nombreuses applications dont la formule générale est susceptible, nous ferons observer que l'aire découpée sur une sphère par le solide compris entre deux cônes parallèles, ou entre deux cônes de même module ayant leurs plans d'orientation parallèles, jouit de la même propriété que la zone sphérique : elle ne dépend pas de la position de la sphère dans l'espace.

» Pour un cône du second ordre, l'axe d'orientation est l'axe de symétrie intérieur, qu'on nomme souvent *axe principal;* le module a pour valeur $2\pi \sin\alpha \sin\beta$, en appelant α et β les angles que font avec l'axe principal les génératrices situées dans les deux plans principaux qui passent par cet axe.

» Les *surfaces développables* se prêtent à une théorie analogue : une développable dont toutes les génératrices sont à distance finie possède un *plan d'orientation* et un *module*, et la différence des aires qu'elle découpe sur une sphère que rencontrent toutes ses génératrices réelles a encore pour expression $2\rho R d$, — ρ, R et d ayant la même signification que dans ce qui précède.

» Le plan d'orientation d'une développable est parallèle à celui du cône directeur, et son module égal à celui de ce cône.

» On peut démontrer que, sous réserve de certaines conditions de réalité, la somme algébrique des aires comprises sur une sphère entre une surface quelconque et une surface asymptote est nulle; il résulte de là, par exemple, qu'un hyperboloïde à une nappe, dont toutes les génératrices réelles rencontrent une sphère, découpe sur cette surface deux aires dont la différence est $2\rho R d$, ρ et d étant relatifs au cône asymptote de l'hyperboloïde, et l'on voit ainsi que cette différence reste constante quand l'hyperboloïde tourne autour de son axe non transverse. »

GÉOMÉTRIE. — *Théorème sur les points singuliers des surfaces algébriques.* Note de M. **G.-B. Guccia**, présentée par M. Halphen.

« Je me propose de traiter la question suivante : *Exprimer le nombre* A_0 *des conditions simples auxquelles équivaut, pour une surface algébrique, la condition de posséder, en un point donné, une singularité quelconque* $[\sigma]$ *donnée* (1).

(1) Pour le problème analogue dans le plan, *voir* la solution que j'ai donnée dans les *Comptes rendus,* t. CIII, p. 594 (séance du 4 octobre 1886).

» Soit $[F] = 0$ l'équation irréductible d'un système linéaire quelconque de surfaces algébriques d'ordre n, complètement déterminé par sa *base*, c'est-à-dire par des courbes et points singuliers quelconques, communs à toutes les surfaces du système. Je considérerai alors quatre nombres qui ont le caractère d'*invariance* pour toute transformation birationnelle de l'espace, à savoir :

p_0 la *multiplicité* du système, c'est-à-dire le nombre des paramètres arbitraires dont dépendent, linéairement, les coefficients de l'équation $[F] = 0$;

p_1 le *genre* du système, c'est-à-dire le genre de la surface arbitraire F;

p_2 le genre de la courbe gauche M, intersection mobile de deux surfaces F;

p_3 le nombre des points (m), intersections mobiles de trois surfaces F.

» Ces dénominations adoptées, la solution du problème qui fait l'objet de cette Note repose sur le lemme suivant :

» *Dans tout système linéaire de surfaces algébriques, déterminé par sa base, il existe, entre les nombres caractéristiques* p_0, p_1, p_2, p_3, *la relation*

$$p_0 - p_1 + p_2 - p_3 = 2.$$

» Ce lemme est pourtant sujet à quelques restrictions, pour le détail desquelles je renvoie, faute d'espace, à un Mémoire antérieur [1], d'autant plus que les systèmes linéaires auxquels il faut avoir recours ici échappent à ces restrictions.

» Supposons que la singularité $[\sigma]$ appartienne, en même temps, à trois surfaces algébriques (linéairement indépendantes si on les suppose du même ordre). On est alors amené à considérer trois nombres, qui dépendent, ainsi que A_0, de la singularité seule, savoir :

A_1 l'abaissement produit par $[\sigma]$ dans le genre d'une surface algébrique;

A_2 l'abaissement produit par $[\sigma]$ dans le genre de la courbe d'intersection de deux surfaces qui ont, en commun, cette singularité;

A_3 l'abaissement produit par $[\sigma]$ dans le nombre des points d'intersection de trois surfaces qui ont, en commun, cette singularité.

» Actuellement, parmi les surfaces douées de la singularité $[\sigma]$, je considère toutes celles, F, d'un même ordre n, qui ne possèdent aucune autre singularité. En prenant n suffisamment grand, j'obtiens un système

(1) *Rendiconti del Circolo matematico di Palermo*, t. I, p. 338 (27 février 1887).

linéaire [F] qui échappe entièrement, comme je l'ai dit plus haut, aux restrictions auxquelles le lemme est sujet. On a alors immédiatement, pour un tel système :

$$p_0 = \tfrac{1}{6}(n+1)(n+2)(n+3) - 1 - A_0,$$
$$p_1 = \tfrac{1}{6}(n-1)(n-2)(n-3) - A_1,$$
$$p_2 = n^2(n-2) + 1 - A_2,$$
$$p_3 = n^3 - A_3,$$
$$p_0 - p_1 + p_2 - p_3 = 2;$$

d'où

$$A_0 - A_1 + A_2 - A_3 = 0.$$

» Il s'ensuit donc le théorème suivant :

» Théorème. — *Le nombre des conditions simples auxquelles équivaut, pour une surface algébrique, la condition de posséder, en un point donné, une singularité donnée, est égal à l'abaissement que cette singularité produit dans le nombre des points d'intersection de trois surfaces quelconques qui la possèdent, diminué de l'abaissement produit dans le genre de la courbe gauche commune à deux de ces surfaces, et augmenté de l'abaissement produit dans le genre de l'une d'elles.*

» Pour le cas, très particulier, d'un point multiple *ordinaire*, de degré r, dont le cône tangent n'est pas donné, on retrouve, tout de suite, une formule connue. On a, en effet, dans ce cas,

$$A_1 = \tfrac{1}{6}r(r-1)(r-2), \qquad A_2 = r^2(r-1), \qquad A_3 = r^3;$$

d'où

$$A_0 = \tfrac{1}{6}r(r+1)(r+2). \text{ »}$$

GÉOMÉTRIE. — *Sur la théorie des surfaces minima.* Note de M. **E. Goursat**, présentée par M. Darboux.

« On sait comment M. Lie a rattaché la théorie des surfaces minima à l'étude des courbes dont les tangentes vont rencontrer le cercle imaginaire de l'infini, auxquelles il a donné le nom de *courbes minima* (*Mathematische Annalen*, t. XIV, p. 331; t. XV, p. 465). Je rappellerai seulement qu'à une courbe minima donnée correspond une surface minima *réelle* parfaitement déterminée. Quand on applique à cette courbe un déplacement réel, la surface minima réelle correspondante subit le même déplacement;

mais, si l'on applique à la courbe minima un déplacement imaginaire, on obtient des surfaces minima tout à fait différentes de la première et dont les relations avec celle-ci ne paraissent pas avoir été étudiées. Je me propose d'indiquer dans cette Note un certain nombre de résultats relatifs à cette question.

» Si l'on choisit pour coordonnées d'un point de la sphère

$$\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 = 1$$

les valeurs des paramètres qui déterminent les deux génératrices rectilignes passant par ce point, toute rotation autour de l'origine est caractérisée par une substitution linéaire telle que

$$u = \frac{mv + n}{m_0 - n_0 v}. \tag{1}$$

(*Voir* Darboux, *Leçons sur la théorie générale des surfaces,* Chap. III.)

» Cette substitution dépend de six constantes réelles arbitraires; mais, si la rotation est réelle, m_0 et n_0 désignent les imaginaires conjugués de m et de n, et la substitution (1) ne dépend plus que de trois constantes réelles arbitraires. A l'aide de la formule (1), on démontre bien aisément que, dans toute rotation imaginaire, il existe un diamètre réel et un seul qui vient coïncider avec un autre diamètre réel. Par suite, toute rotation imaginaire est équivalente à une suite de deux rotations : 1° une rotation imaginaire autour d'un axe réel; 2° une rotation réelle. Nous pouvons donc nous borner à étudier l'effet d'une rotation imaginaire autour d'un axe réel. Prenons ce diamètre pour axe des z; abstraction faite d'une rotation réelle, la substitution (1) prendra la forme

$$u = av, \tag{2}$$

a étant réel et positif.

» Cela posé, considérons une surface minima réelle S représentée par les formules de Weierstrass

$$\left\{\begin{aligned} x &= \mathrm{R}\int(1 - u^2)\,\mathrm{F}(u)\,du, \\ y &= \mathrm{R}\int i(1 + u^2)\,\mathrm{F}(u)\,du, \\ z &= \mathrm{R}\int 2u\,\mathrm{F}(u)\,du; \end{aligned}\right. \tag{3}$$

si l'on applique à une courbe minima de cette surface la rotation définie par la formule (2), la nouvelle fonction caractéristique sera $a^2\,\mathrm{F}(au)$, et

la nouvelle surface minima S_1 sera représentée par les équations (3) où l'on aura remplacé $F(u)$ par $a^2 F(au)$. Désignons par x_1, y_1, z_1 les coordonnées d'un point de cette nouvelle surface, et par x_0, y_0, z_0 les coordonnées d'un point de la surface S_0 adjointe à S. Des trois groupes de formules de Weierstrass relatives à ces trois surfaces, on élimine sans difficulté la fonction $F(u)$, et l'on obtient les expressions suivantes des coordonnées x_1, y_1, z_1

$$(4) \qquad \left\{ \begin{aligned} x_1 &= x \cosh\varphi + y_0 \sinh\varphi, \\ y_1 &= y \cosh\varphi - x_0 \sinh\varphi, \\ z_1 &= z, \end{aligned} \right.$$

où l'on a posé $a = e^\varphi$. Connaissant les deux surfaces S, S_0, ces formules permettent de construire la nouvelle surface S_1.

» Appelons α, β, γ; α_1, β_1, γ_1 les cosinus directeurs des normales aux deux surfaces S et S_1, ds et ds_1 les éléments linéaires des deux surfaces. On a les relations ci-dessous :

$$dx_1 = (\cosh\varphi + \gamma \sinh\varphi)dx - \alpha \sinh\varphi\, dz,$$
$$dy_1 = (\cosh\varphi + \gamma \sinh\varphi)dy - \beta \sinh\varphi\, dz,$$
$$\frac{\alpha_1}{\alpha} = \frac{\beta_1}{\beta} = \frac{\gamma_1}{\gamma \cosh\varphi + \sinh\varphi} = \frac{\pm 1}{\cosh\varphi + \gamma \sinh\varphi},$$
$$d\alpha_1\, dx_1 + d\beta_1\, dy_1 + d\gamma_1\, dz_1 = \pm (d\alpha\, dx + d\beta\, dy + d\gamma\, dz),$$
$$ds_1 = (\cosh\varphi + \gamma \sinh\varphi)\, ds.$$

» On en déduit les propriétés les plus simples de la surface S_1. Les sections des deux surfaces S et S_1 par un même plan perpendiculaire à Oz se correspondent point par point de façon que les tangentes aux points correspondants soient parallèles. L'angle de deux lignes de la surface S est égal à l'angle de leurs images sur S_1; les lignes de courbure et les lignes asymptotiques de S ont pour images les lignes de courbure et les lignes asymptotiques de S_1. Toute courbe de S dont l'image sphérique est un cercle se change en une courbe de S_1 jouissant de la même propriété. Une ligne de courbure plane se change en une ligne de courbure plane; une ligne asymptotique hélicoïdale se change en une ligne asymptotique hélicoïdale, etc. Toutes ces propriétés sont, du reste, faciles à démontrer au moyen de la représentation sphérique.

» La transformation qui vient d'être définie dépend bien de six paramètres arbitraires réels, comme la substitution (1), à savoir : les deux pa-

ramètres qui fixent la direction de la droite prise pour axe des z par rapport à S, la constante a et les trois paramètres provenant d'une rotation réelle appliquée à la nouvelle surface S_1.

» Les formules (4) se prêtent à un grand nombre d'applications. J'indiquerai la suivante. Quand une surface minima possède une ligne de courbure plane ou une ligne asymptotique hélicoïdale, les deux nappes de la surface situées de part et d'autre de cette ligne se déduisent l'une de l'autre au moyen d'une transformation de la nature précédente, suivie dans le premier cas d'une transformation par symétrie. »

MÉCANIQUE. — *Sur le mouvement d'une surface autour d'un point fixe.* Note de M. G. FLOQUET, présentée par M. Darboux.

« Considérons une surface de degré m, mobile autour d'un point fixe O, et un plan fixe (P). Pour chaque position de la surface, le plan (P) a $(m-1)^3$ pôles. Soit M l'un d'eux, que la continuité permettra de suivre pendant le mouvement. Donnons-nous la position initiale de la surface et étudions son mouvement ultérieur en le supposant défini par cette condition que la rotation instantanée OI soit à chaque instant dirigée vers le pôle M et, en outre, fonction de la distance OM, que j'appelle R,

$$(1) \qquad \omega = f(\mathrm{R}).$$

» Je choisis trois axes rectangulaires, passant en O et liés à la surface, ces axes présentant la disposition que l'on sait. Soit

$$\mathrm{F}(\mathrm{X}, \mathrm{Y}, \mathrm{Z}, \mathrm{T}) = 0$$

l'équation de la surface. Si, dans le quotient $\frac{\omega}{\mathrm{R}}$, on regarde R comme une fonction de ω déduite de (1), et que l'on désigne ce quotient par $\mathrm{G}(\omega)$, les coordonnées du point I étant p, q, r, le plan polaire du point M sera

$$u\mathrm{X} + v\mathrm{Y} + w\mathrm{Z} = 1,$$

u, v, w représentant respectivement les rapports changés de signes des dérivées partielles $\frac{\partial \mathrm{F}}{\partial p}, \frac{\partial \mathrm{F}}{\partial q}, \frac{\partial \mathrm{F}}{\partial r}$ de $\mathrm{F}(p, q, r, \mathrm{G})$ à la dérivée $\frac{\partial \mathrm{F}}{\partial \mathrm{G}}$. Par conséquent, en nommant h la longueur de la perpendiculaire OH abaissée de

l'origine sur le plan (P), et γ, γ', γ'' ses cosinus directeurs, on aura

$$(2) \qquad u^2 + v^2 + w^2 = \frac{1}{h^2},$$
$$\gamma = hu, \qquad \gamma' = hv, \qquad \gamma'' = hw.$$

Or, cette droite étant fixe, γ, γ', γ'' satisfont à un système différentiel bien connu. D'où les équations

$$(3) \qquad \frac{du}{dt} = vr - wq, \qquad \frac{dv}{dt} = wp - ur, \qquad \frac{dw}{dt} = uq - vp.$$

On y remplacera ω par $\sqrt{p^2+q^2+r^2}$, et, avec les données initiales, elles détermineront p, q, r en fonction du temps.

» Les équations (3) admettent l'intégrale (1). On obtient une seconde intégrale en remarquant que l'homogénéité de $F(p, q, r, G)$ donne

$$mF = -(up + vq + wr - G)\frac{\partial F}{\partial G},$$

et par suite, en tenant compte de (3),

$$m\,dF = -(u\,dp + v\,dq + w\,dr - dG)\frac{\partial F}{\partial G} - (up + vq + wr - G)\,d\left(\frac{\partial F}{\partial G}\right).$$

On a, d'autre part,

$$dF = -(u\,dp + v\,dq + w\,dr - dG)\frac{\partial F}{\partial G}.$$

Retranchons membre à membre, puis intégrons, et il vient

$$(4) \qquad F(p, q, r, G) = K\left(\frac{\partial F}{\partial G}\right)^{\frac{m}{m-1}},$$

la constante K se déterminant par les valeurs initiales de p, q, r.

» Les intégrales (1) et (4) font connaître la route du pôle M dans le système mobile. Si on leur adjoint l'une des équations (3), il suffira d'effectuer une quadrature pour obtenir p, q, r. En prenant ensuite trois axes fixes, disposés comme les axes mobiles, et dont l'un coïncide avec OH, on pourra calculer les angles d'Euler

$$\cos\theta = hw, \qquad \operatorname{tang}\varphi = \frac{u}{v}, \qquad \frac{d\psi}{dt} = h\frac{up + vq}{1 - h^2w^2},$$

» Si le pôle M est primitivement sur la surface, auquel cas cette dernière est d'abord tangente au plan fixe, K est nul. Le contact persistera donc, et la surface roulera sans glisser sur le plan (P).

» Lorsqu'il s'agit d'une quadrique à centre, fixée par ce point, les équations (3) sont, en adoptant les notations de M. Darboux,

$$\frac{1}{p}\left[\frac{dp}{dt} - \frac{a(c-b)}{bc}qr\right] = \frac{1}{q}\left[\frac{dq}{dt} - \frac{b(a-c)}{ca}rp\right]$$
$$= \frac{1}{r}\left[\frac{dr}{dt} - \frac{c(b-a)}{ab}pq\right] = \frac{d}{dt}\log G.$$

Plaçons-nous dans le cas du roulement. Sur le plan fixe, le pôle M va suivre l'herpolhodie, comme si G était constant. Mais, pour une valeur ρ du rayon vecteur HM, la vitesse aréolaire A va dépendre de G par la relation

$$2A = G[h\rho^2 + l^3] = \frac{f(R)}{R}[h(R^2 - h^2) + l^3],$$

en désignant par l^3 la quantité $\frac{(h^2-a)(h^2-b)(h^2-c)}{h^3}$. Cette relation pourra servir à déterminer $f(R)$ de manière que la vitesse aréolaire soit une fonction donnée de ρ^2. En particulier, si l'on veut que A soit une constante A_0, on prendra

$$f(R) = \frac{2A_0 R}{h(R^2 - h^2) + l^3},$$

valeur qui sera toujours acceptable quand la quadrique ne sera pas un hyperboloïde à une nappe avec une polhodie tracée autour de l'axe réel majeur.

» Ces déterminations spéciales de $f(R)$ permettent, dans le cas où un mobile décrit une herpolhodie avec une vitesse connue en chaque point, de régler le mouvement de la surface correspondante, de façon que le pôle coïncide constamment avec le mobile. Par exemple, lorsqu'un point matériel se meut sur un ellipsoïde de révolution allongé sans être sollicité par aucune force, la projection sur le plan de l'équateur décrit l'herpolhodie due à une certaine ellipse. Si, en conservant les notations de M. Halphen, qui a signalé cette propriété (*Comptes rendus*, 3 octobre 1887), on suppose à l'ellipse roulante la vitesse angulaire

$$\omega = \frac{h v_0 C\sqrt{\rho^2 + h^2}}{h^2\rho^2 + B^2C^2},$$

h désignant $\frac{C}{B}\sqrt{A^2 - B^2}$, le temps sera aussi représenté, et le pôle accompagnera partout la projection du mobile. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'aimantation par influence.* Note de M. **P. Duhem**, présentée par M. Darboux.

« Depuis les travaux de Poisson, la théorie de l'aimantation par influence a donné lieu à de nombreuses recherches, qui sont loin d'avoir éliminé toutes les difficultés que présente cette théorie. Il m'a semblé que les principes de la Thermodynamique pouvaient servir de fondement à une étude exempte de plusieurs de ces difficultés. Je demande à l'Académie la permission de lui communiquer, en quelques Notes, les résultats principaux de cette étude.

» 1. *Potentiel thermodynamique d'un système qui renferme des aimants.* — Toutes les expériences faites sur les actions mécaniques que deux solides aimantés exercent les uns sur les autres peuvent se résumer de la manière suivante :

Les actions mécaniques qui s'exercent à l'intérieur d'un système qui renferme des aimants admettent un potentiel qui a pour valeur

$$\mathcal{F} = \frac{h}{2}\iiint\left(\mathcal{A}\frac{\partial\mathcal{V}}{\partial x} + \mathcal{B}\frac{\partial\mathcal{V}}{\partial y} + \mathcal{C}\frac{\partial\mathcal{V}}{\partial z}\right)dx\,dy\,dz,$$

h étant une constante positive, $\mathcal{A}$, $\mathcal{B}$, $\mathcal{C}$ les composantes de l'aimantation au point (x, y, z), et $\mathcal{V}$ la valeur au même point de la fonction potentielle magnétique, laquelle a pour expression

$$\mathcal{V} = \iiint\left(\mathcal{A}'\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial x'} + \mathcal{B}'\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial y'} + \mathcal{C}'\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial z'}\right)dx'\,dy'\,dz',$$

r étant la distance mutuelle des points (x, y, z) et (x', y', z').

» Cette proposition est le point de départ de la théorie que nous proposons; pour en déduire la forme du potentiel thermodynamique interne d'un système qui renferme des aimants, il suffit de s'appuyer sur un théorème de Thermodynamique, qui offre une grande importance pour l'étude des relations qui existe entre la Thermodynamique et la Mécanique rationnelle; ce théorème est le suivant :

» *Dans toute modification qui déplace les uns par rapport aux autres les divers corps qui constituent un système sans changer leur état, le travail effectué*

par les actions mécaniques internes du système est la variation changée de signe d'un potentiel, et ce potentiel ne diffère du potentiel thermodynamique interne que d'une quantité qui peut bien dépendre de l'état des divers corps, mais qui ne dépend pas de leur position.

» Moyennant l'emploi des deux propositions, on obtient l'expression suivante du potentiel thermodynamique interne d'un système qui renferme des aimants :

$$\mathcal{F} = E(U - TS) + \mathfrak{J} + \int\int\int \mathcal{F}(\mathfrak{M})\, dx\, dy\, dz,$$

E étant l'équivalent mécanique de la chaleur, T la température absolue, U et S l'énergie et l'entropie du système supposé exempt d'aimantation, $\mathfrak{M}$ l'aimantation au point x, y, z et $\mathcal{F}(\mathfrak{M})$ une fonction de l'aimantation qui s'annule pour $\mathfrak{M} = 0$.

» 2. *Équations de l'équilibre magnétique.* — En supposant que, dans l'élément $dx\, dy\, dz$, l'aimantation subisse des variations arbitraires $\delta\mathfrak{A}$, $\delta\mathfrak{B}$, $\delta\mathfrak{C}$ et en égalant à o la variation du potentiel thermodynamique interne, on arrive aux équations de l'équilibre magnétique. Si l'on pose

$$F(\mathfrak{M}) = \frac{\mathfrak{M}}{\dfrac{\partial \mathcal{F}(\mathfrak{M})}{\partial \mathfrak{M}}},$$

ces équations sont

$$\mathfrak{A} = -h\, F(\mathfrak{M}) \frac{\partial \varphi}{\partial x}, \qquad \mathfrak{B} = -h\, F(\mathfrak{M}) \frac{\partial \varphi}{\partial y}, \qquad \mathfrak{C} = -h\, F(\mathfrak{M}) \frac{\partial \varphi}{\partial z}.$$

» Ces équations avaient été déjà proposées par M. G. Kirchhoff à la place des équations de Poisson, que l'on déduirait des précédentes en remplaçant $F(\mathfrak{M})$ par une constante.

» Si la fonction $F(\mathfrak{M})$ est connue pour une substance déterminée, les équations précédentes déterminent $\mathfrak{M}$ en fonction de

$$\left(\frac{\partial \varphi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial \varphi}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial \varphi}{\partial z}\right)^2.$$

» On peut donc remplacer ces équations par

$$\mathfrak{A} = \lambda\left[\left(\frac{\partial \varphi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial \varphi}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial \varphi}{\partial z}\right)^2\right] \frac{\partial \varphi}{\partial x},$$
$$\mathfrak{B} = \lambda\left[\left(\frac{\partial \varphi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial \varphi}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial \varphi}{\partial z}\right)^2\right] \frac{\partial \varphi}{\partial y},$$
$$\mathfrak{C} = \lambda\left[\left(\frac{\partial \varphi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial \varphi}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial \varphi}{\partial z}\right)^2\right] \frac{\partial \varphi}{\partial z}.$$

» Ces équations montrent que, lorsque l'expérience a déterminé la fonction λ, le problème de l'aimantation par influence se ramène à la détermination de la fonction φ. »

CHIMIE. — *Action de l'hydrogène sulfuré sur les sels de cobalt.* Note de M. **H. Baubigny**, présentée par M. Debray.

« I. J'ai fait voir, il y a quelques années ([1]), que tous les sels de nickel, sulfate et chlorure compris, se transformaient en sulfure, lorsqu'on traitait leurs solutions par l'acide sulfhydrique à la température ordinaire, et avec l'aide de la chaleur si la liqueur était acide.

» J'ai cru devoir soumettre les sels de cobalt à la même étude, et je suis arrivé assez sensiblement aux mêmes lois générales que pour le nickel.

» Pour le cobalt, en effet, les résultats varient aussi : 1° suivant l'état de concentration de la liqueur en tant que sel; 2° suivant la nature de l'acide du sel; 3° avec les rapports de poids de l'acide et du métal; 4° avec ceux de l'acide libre et de l'eau servant à la dissolution; 5° avec l'état de saturation par l'hydrogène sulfuré, et, par suite, la tension du gaz; et encore avec d'autres conditions, parmi lesquelles il faut surtout noter la température et la durée de l'expérience.

» La seule différence sensible entre ces deux métaux est relative à la facilité plus ou moins grande que présentent leurs sels à se transformer en sulfure, suivant les conditions où l'on se place.

» Aussi, comme exemples, me bornerai-je à quelques résultats acquis à l'aide d'essais comparatifs, faits simultanément avec les sulfates des deux métaux; car, suffisants pour démontrer que les principes énoncés sont vrais pour le cobalt comme pour le nickel, ils permettent, en outre, d'établir les circonstances dans lesquelles le sulfure de cobalt se forme plus aisément que celui de nickel, ou inversement.

» Il est entendu, tout d'abord, que dans toutes ces expériences comparatives, faites en vase clos, le rapport du volume liquide et de l'espace libre dans le vase est le même dans chaque série d'essais, puisque la tension du gaz influe sur les poids de sulfures de cobalt et de nickel, formés dans le même temps. Je l'ai démontré pour le dernier métal, et la même conclusion sera facile à déduire des observations faites sur le cobalt.

([1]) *Comptes rendus,* t. XCIV, p. 961, 1183, 1251, 1417, 1473, 1595, 1715, et t. XCV, p. 34; 1882.

» II. Le sulfate de cobalt en solution neutre se transforme en sulfure comme celui de nickel par l'action de l'hydrogène sulfuré. Préparons, en effet, deux solutions identiques de sulfates *neutres*, obtenus tels par dessiccation à 440° dans l'étuve à soufre, l'une de cobalt, l'autre de nickel, et renfermant chacune 0gr,400 de sel pour 140cc d'eau. On les sature à 0° par le gaz sulfhydrique, et l'on scelle les vases à la lampe, seul mode de fermeture admissible pour des expériences de quelque durée.

» Ces flacons, abandonnés dans une enceinte à température à peu près constante (de + 12° à + 15°), se remplissent *peu à peu* de sulfure cristallin. Dix jours après, ces sulfures furent recueillis et dosés en les transformant en sulfates. On eut pour le nickel 0gr,3955 et pour le cobalt 0gr,388.

» Il est constant qu'au bout de quelques jours dans ces conditions, la précipitation du nickel est toujours plus parfaite que celle du cobalt. Ainsi pour une seconde expérience identique, mais de cinq jours de durée seulement, le sulfure de nickel formé a donné 0gr,392 de sulfate et celui de cobalt 0gr,364 seulement.

» Dans les deux observations précédentes, le liquide occupait les $\frac{5}{6}$ du volume des vases.

» III. Toutefois, de ces résultats comparatifs, où le poids du sulfure de nickel obtenu est toujours supérieur à celui du sulfure de cobalt, il ne faudrait pas conclure que ce dernier se forme plus difficilement; car, tout au contraire et d'une façon invariable, l'apparition du sulfure est beaucoup plus rapide dans la solution d'un sel neutre de cobalt que dans celle du même sel de nickel, toutes choses égales d'ailleurs. Il est aisé de le démontrer par deux expériences assez simples. Prenons, en effet, 70cc d'eau, au lieu de 140cc, pour dissoudre le même poids de sulfate, soit 0gr,400; et à chaque solution, ajoutons le même volume d'eau saturée à 0° par le gaz sulfhydrique, de manière à avoir finalement un volume de 140cc. Avec le sulfate de cobalt, on a *immédiatement* un léger précipitè de sulfure noir, tandis qu'avec celui de nickel le changement de teinte ne se produit qu'au bout de quelques minutes. De plus, si l'on scelle les vases à la lampe, et qu'on les abandonne dans les mêmes conditions de température (de + 12° à + 15°), on constate que le précipité augmente plus vite dans la liqueur cobaltique que dans l'autre; ce que vérifie le dosage des deux sulfures formés au bout du cinquième jour. Car celui de cobalt a donné 0gr,2855 de sulfate et celui de nickel 0gr,111 de sulfate.

» Si j'ajoute que, en même temps que ces deux ballons, il en avait été préparé un autre avec du sulfate de cobalt dans les mêmes conditions,

sauf que la totalité du liquide, c'est-à-dire les 140^{cc}, a été saturée par l'hydrogène sulfuré à 0°, et que le sulfure formé après cinq jours a donné $0^{gr},358$ de sulfate, j'aurai établi aussi pour le cobalt l'influence de la tension du gaz sulfhydrique dont j'ai parlé précédemment (1).

» La deuxième expérience, qui prouve que les sels de cobalt se transforment en sulfure au moins aussi facilement que ceux de nickel, est la suivante : on prépare une solution d'acide acétique à 3 pour 100, et l'on en mesure deux volumes de 140^{cc}. Dans l'un on dissout $0^{gr},400$ de sulfate de cobalt; dans l'autre, le même poids de sulfate de nickel. Les deux liqueurs saturées à 0° par l'hydrogène sulfuré sont abandonnées dans la même enceinte ($+14^{o}$ à $+18^{o}$), après avoir scellé les flacons.

» Conformément à ce que j'ai dit pour le nickel, sa solution ne s'est pas modifiée tout d'abord, tandis que celle de cobalt, quatre heures après la saturation, avait déjà donné lieu, en quantité sensible, à un précipité de sulfure cristallin. Aussi, lorsqu'au bout du troisième jour (soixante-douze heures) le premier petit cristal de sulfure de nickel commença à être visible, je trouvai que le poids de sulfure de cobalt formé correspondait à $0^{gr},345$ de sulfate, soit 86 pour 100 du sel employé.

» IV. A froid, l'acide acétique peut cependant annihiler complètement l'action de l'hydrogène sulfuré sur le sulfate de cobalt, comme dans le cas du nickel. C'est en ajoutant à la dissolution des poids d'acide acétique d'autant plus grands que sa richesse en sel métallique est elle-même plus grande; car, comme pour le nickel, les résultats avec le cobalt changent avec les conditions du milieu. Ainsi, si l'on conserve pour la solution la même teneur pour 100 en acide acétique, et diminue le poids du sulfate de cobalt, si on le réduit, par exemple, au quart de la quantité employée dans l'opération précédente (soit $0^{gr},100$ de sulfate pour 140^{cc} à 3 pour 100 d'acide acétique), les premières traces de sulfure de cobalt n'apparaissent plus qu'au bout de plusieurs jours ; et si la teneur en acide acétique de la solution s'élève jusqu'à 25 pour 100, il ne se forme plus trace de sulfure, même après vingt-cinq jours à une température de 20°, dans un liquide renfermant 0,400 de sulfate de cobalt par 140^{cc}, ledit liquide ayant été saturé à 0° par le gaz sulfhydrique et renfermé dans un vase scellé.

» D'après ces résultats, dans les liqueurs *neutres* ou *fort peu acides* (la

(1) 70^{cc} d'eau saturée à 0° par HS sont plus que suffisants pour permettre la précipitation totale, puisque j'ai fait voir que, dans 140^{cc} du même liquide, $1^{gr},100$ de sulfate de nickel peuvent se transformer en sulfure.

proportion possible d'acide variant comme on le verra avec la nature de l'acide), le sulfate de cobalt se transforme donc plus facilement en sulfure que celui de nickel.

» Dans une prochaine Communication, nous verrons le cas où le sulfate de nickel au contraire se décompose plus facilement. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage de l'acide titanique.* Note de M. **Lucien Lévy**, présentée par M. Troost.

« La méthode actuelle, pour doser l'acide titanique, comporte les opérations suivantes : fondre la matière avec du bisulfate de potasse, reprendre par l'eau froide le mélange de titanates et de sulfates ainsi formés, précipiter l'acide titanique par une ébullition prolongée pendant six heures, le laver, le calciner et le peser. L'exactitude du dosage dépend de diverses circonstances que j'ai cherché à définir [1].

» I. Comme point de départ, des liqueurs titaniques de titres connus étaient indispensables. J'ai procédé de deux manières.

» A. Dans une solution sulfurique d'acide titanique, je dosais l'acide titanique par évaporation et calcination.

» B. Une solution d'acide titanique fondu dans un bisulfate était évaporée, calcinée et lavée à l'eau bouillante pour éliminer le sel potassique.

» L'exactitude de ces méthodes résulte des expériences suivantes :

1. $0^{gr},1$ d'acide titanique fondu au bisulfate et traité suivant B donne $TiO^2 = 0^{gr},101$.

2. A. 50^{cc} d'une liqueur sulfurique, traités d'après A, donnent $TiO^2 = 0^{gr},086$.

B. 50^{cc} de la même liqueur, en partie neutralisée par de la potasse, sont traités suivant B; on trouve $TiO^2 = 0^{gr},086$.

» II. Pour apprécier, avec des liqueurs ainsi titrées, l'influence de l'acide sulfurique et des sulfates, sur la précision de la méthode ordinaire, j'ai fait les expériences suivantes :

» *a. Acide sulfurique et sels alcalins.* — Une liqueur titanique contenant de l'acide sulfurique, en partie neutralisé par de la potasse, est maintenue à volume constant pendant une ébullition de six heures; l'acide titanique précipité est lavé, calciné, pesé.

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. le professeur Jungfleisch, à l'École de Pharmacie.

» Le Tableau suivant résume les résultats :

Nos	Volume de la liqueur.	SO^4H^2 total.	SO^4H^2 libre.	TiO^2 contenu.	TiO^2 trouvé.
	cc	gr	gr	gr	gr
1.......	100	3,561	1	0,086	0,082
2.	»	»	0,5	»	0,085
3.......	»	»	0,00	»	0,100
4.......	»	»	0,0 (1)	»	0,108
5.......	150	5,766	5,766	0,036	0,000
6.......	»	»	0,833	0,036	0,036
7.......	»	»	0,000	0,036	0,047

» Dans ces conditions, il faut, pour doser l'acide titanique, que la liqueur contienne environ 0,5 pour 100 d'acide sulfurique libre; le poids du sulfate de potasse n'a pas d'influence.

» Les résultats sont analogues avec la soude; mais un excès d'ammoniaque n'a pas d'influence, à cause de sa volatilité.

» *b. Acide sulfurique, oxydes alcalins en présence d'autres oxydes.* — 1° J'ai fait des expériences identiques aux précédentes en présence d'oxyde de zinc.

» Les résultats sont contenus dans le Tableau suivant :

Nos	Volume de la liqueur.	SO^4H^2 total.	SO^4H^2 libre.	ZnO.	TiO^2 contenu.	TiO^2 trouvé.
	cc	gr	gr	gr	gr	gr
1........	100	1,614	1,614	0,365	0,035	0,032
2........	»	»	0,800	»	»	0,031
3........	»	»	0,468	»	»	0,035
4........	»	»	0,234	»	»	0,035
5........	»	»	0,117	»	»	0,036
6........	»	»	0,025	»	»	0,0355
7........	»	1,872	0,468	0,260	0,086	0,085
8........	»	»	0,015	0,260	»	0,086
9........	150	6,039	0,800	0,0572	0,036	0,0365
10........	»	»	0,160	0,0572	0,036	0,0365

» La présence du zinc est donc indifférente, pourvu que l'acidité reste à 0,5 pour 100; l'oxyde de zinc est précipité par un excès de potasse avec l'acide titanique, puis il se redissout; donc, lorsqu'on ajoute des excès de

(1) Il y a un excès de potasse.

potasse croissants, le poids d'acide titanique trouvé augmente très rapidement, atteint un maximum et décroît, tout en restant trop fort.

» 2° Il en est de même avec l'ammoniaque.

» 3° En remplaçant le sulfate de zinc par les sulfates de magnésie, d'alumine et de cuivre, on a trouvé des poids d'acide titanique exacts.

» Mais avec le sulfate de sesquioxyde de fer les résultats sont toujours trop forts.

» *Remarque.* — Il arrive que, dans certains cas, la méthode usuelle réalise les conditions d'un bon dosage; toutefois, suivant que l'on aura volatilisé plus ou moins d'acide sulfurique ou que la matière sera plus ou moins riche en bases, il restera plus ou moins d'acide libre dans la liqueur de dissolution et des erreurs considérables se produiront. On pourrait, après un dosage acidimétrique, régler l'acidité convenablement; mais, en pratique, il est préférable de neutraliser complètement la liqueur, puis d'y ajouter la quantité voulue d'acide sulfurique.

» Les expériences suivantes prouvent que les résultats ainsi obtenus sont exacts :

» 1. 50^{cc} d'une liqueur contiennent $0^{gr},086$; on a neutralisé, puis ajouté $0^{gr},936$ d'acide sulfurique et complété à 100^{cc}; on a trouvé $TiO^2 = 0,082$. Ce qui est le nombre trouvé en laissant *a priori* 1^{gr} d'acide libre (Exp. *a*, 1).

» 2. La même liqueur, neutralisée par la potasse, est additionnée de $0^{gr},250$ d'acide sulfurique et complétée à 100^{cc}; on trouve $TiO^2 = 0^{gr},0865$.

» 3. Même résultat en neutralisant par la potasse et l'oxyde de zinc ($TiO^2 = 0,086$).

» Cette manière de faire présente un autre avantage; après fusion de la matière avec le bisulfate, la dissolution de la masse fondue est toujours lente; on l'accélérera par une addition d'acide sulfurique capable d'amener toute la potasse à l'état de bisulfate; la dissolution achevée, on ajoutera 0,5 pour 100 d'acide sulfurique libre, on fera bouillir pendant six heures, on recueillera, lavera, calcinera et pèsera l'acide titanique. Telle est la manière la plus rapide et la plus précise de faire le dosage. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur des procédés capables d'augmenter la résistance de l'organisme à l'action des microbes.* Note de M. **Charrin**, présentée par M. Bouchard.

« On sait que la pyocyanine, substance chimique cristallisable, à réactions précises, bien étudiées par Fordos, est produite par un micro-orga-

nisme. La fonction chromogène de ce micro-organisme a été nettement établie par Gessard. Cet auteur, le premier, malgré de nombreuses tentatives faites antérieurement, a appliqué à cette démonstration la rigueur des procédés nouveaux.

» Les aspects que peut revêtir ce microbe sont multiples. En ce qui concerne le côté morphologique, il nous suffira de dire, pour le moment, que cet organisme dont nous poursuivons l'étude, M. L. Guignard et moi, au laboratoire de M. le professeur Bouchard, se présente ordinairement sous la forme bacillaire. Toutefois, nous ferons remarquer dès maintenant que, suivant les conditions de milieu et d'âge, ce même microbe offre des variations très étendues, qu'il est possible de réaliser à volonté, depuis la forme d'un bactérium extrêmement court jusqu'à celle de filaments très allongés, variations dont les relations avec la production de la pyocyanine ne sont pas sans intérêt.

» Relativement à son action sur les animaux, on n'ignore pas que l'on peut arriver à rendre ce micro-organisme pathogène, contrairement à certaines assertions. J'ai maintes fois vérifié ce fait; d'autres ont bien voulu le contrôler et l'ont aussi reconnu. Il suffit du reste, pour cela, d'injecter dans les veines de l'oreille du lapin une culture pure. Presque toujours l'animal inoculé devient malade et meurt dans des délais qui sont en raison de la virulence de la culture et de la dose employée ($\frac{1}{5}$ à $\frac{1}{2}$ centimètre cube et plus). La survie peut être de un à deux jours, de dix, de quinze, même davantage. Dans les cas de longue durée surtout, il n'est pas très rare d'observer, outre l'albuminurie, la diarrhée, la fièvre, l'amaigrissement, des accidents paralytiques, en particulier de la paraplégie et parfois de la rétention d'urine, comme je l'ai d'ailleurs déjà signalé.

» On peut retrouver les microbes injectés, dans les urines, dans les matières fécales, dans les viscères. Ils sont restés vivants et fonctionnant, puisqu'il est facile de constater, en même temps que leur présence, les réactions de la pyocyanine dans les milieux solides ou liquides ensemencés avec les humeurs ou les tissus de l'animal. De plus, si l'on injecte la pyocyanine avec le microbe ou sans le microbe, on voit, pour des doses égales et relativement faibles, inférieures par exemple à 3^{cc} ou 5^{cc}, que les accidents sont nuls lorsque le bacille est absent, ou en tout cas infiniment moins rapides, infiniment moins intenses que lorsque ce bacille lui-même est inoculé en même temps que la matière chimique.

» L'introduction du micro-organisme et son développement dans le

corps du lapin sont donc, pour la plus grande part du moins, les causes premières de la maladie.

» Que l'intoxication joue un rôle, que le bacille, en dehors des lésions matérielles (néphrite, entérite, etc.), agisse également par la substance ou les substances plus ou moins modifiées que sa présence fait naître dans le corps de l'animal, la chose est possible; elle nous paraît maintenant très probable. En effet, en injectant rapidement dans les veines, à fortes doses (40^{cc}, 60^{cc}, etc., par kilogramme), le liquide de culture privé de tout microbe et contenant de la pyocyanine, on peut provoquer de l'albuminurie, de la diarrhée, quelquefois, à très longue échéance, de la paralysie, enfin la mort. C'est bien alors une intoxication pure et simple; mais dans le cas de l'inoculation d'une faible dose, soit $\frac{1}{2}$ centimètre cube de culture, contenant à la fois et le micro-organisme et ses produits, s'il y a intoxication, cette intoxication est sous la dépendance du développement du microbe et, par conséquent, secondaire à l'infection.

» Ceci étant établi, si, au lieu d'injecter le microbe dans les veines, on l'injecte sous la peau du flanc à des doses ne dépassant guère $\frac{1}{2}$ à $\frac{2}{3}$ de centimètre cube, presque constamment, à part quelques troubles fort légers, l'inoculation reste absolument sans influence, au moins en apparence. Si l'on répète sur des lapins ces inoculations sous-cutanées, six, huit, dix fois, en injectant par exemple tous les trois ou quatre jours 1^{cc}, ou un peu moins, en des points différents et avec les précautions antiseptiques, on reconnaît qu'à la suite de cette pratique les lapins ont acquis une résistance spéciale. Lorsqu'en effet on les inocule alors par voie intra-veineuse en même temps que des lapins témoins, avec la même dose de la même culture virulente ($\frac{1}{2}$ à $\frac{3}{4}$ de centimètre cube), les lapins témoins succombent le plus souvent en deux à cinq jours, tandis que les lapins inoculés préalablement sous la peau meurent au bout de quarante à soixante jours; parfois même ils résistent complètement.

» Or il y a deux choses dans les doses inoculées par voie sous-cutanée : le bacille et les substances chimiques. Débarrassons-nous du bacille par la filtration et la chaleur à 115°, assurons-nous par la culture que le liquide obtenu est stérile et injectons ce liquide sous la peau par doses fractionnées de 6^{cc} à 8^{cc}, renouvelées, tous les trois à cinq jours, six, huit, dix fois, technique qui, d'ailleurs, n'a rien d'immuable. Pendant ces injections et les premiers jours qui suivent, les lapins paraissent bien portants.

» Si alors nous inoculons les animaux préparés de la sorte et des ani-

maux témoins par voie intra-veineuse et avec la même dose virulente, les animaux témoins, comme précédemment, mourront, en général, en deux à cinq jours; tandis que les animaux qui auront reçu les matières solubles auront une survie dont la moyenne a été, pour onze expériences, de cinquante et un jours; la plus courte a été de 21 jours. Ils succombent tardivement, avec des accidents paralytiques, et leurs tissus, à ce moment, ne renferment pas le bacille. Il semble qu'il y ait là une intoxication plutôt qu'une infection avortée; mais de nouvelles expériences sont nécessaires pour résoudre ce côté de la question.

» Ce que l'on peut dire en s'en tenant strictement aux faits, c'est que, dans les conditions indiquées, il est possible d'augmenter la résistance du lapin à un microbe déterminé, de rendre cette résistance plus ou moins complète et durable, soit en inoculant au préalable ce microbe par une autre voie, soit en injectant préalablement les produits solubles des cultures. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Folie mélancolique et autres troubles mentaux dépressifs, dans les affections otopiésiques* (οὖς, ὤτος; πιέσις, *compression*) *de l'oreille*. Note de M. **Boucheron**, présentée par M. Bouchard.

« Nous avons déjà signalé que des *troubles mentaux multiples* disparaissent, chez de jeunes sourds-muets *intelligents*, quand on améliore la maladie otopiésique de l'oreille, qui a produit la surdité et la mutité (1).

» Nous avons indiqué aussi (2) que des séries de *crises épileptiques* sont interrompues, par la cure de certaines affections otopiésiques de l'oreille qui les provoquent (épilepsie auriculaire par otopiésis, analogue à l'épilepsie de M. Brown-Séquard, par excitation du trijumeau.)

» Nombre de malades, atteints d'affections variées de l'oreille, sont sujets, d'autre part, à des *troubles intellectuels*, *affectifs* et *sensitifs* divers, tels que diminution de la mémoire, cessation de l'esprit de suite, impossibilité de fixer l'attention, irascibilité, hypochondrie, insomnie ou excès de som-

---

(1) Boucheron, *De la surdi-mutité par otopiésis et de sa curabilité chez les jeunes enfants* (*Comptes rendus*). — *L'Encéphale;* 1881-1882. — *De la pseudo-méningite des jeunes sourds-muets* (*Revue de Médecine;* 1885).

(2) Boucheron, *Comptes rendus;* 1885.

meil, etc., avec sensation de compression cérébrale et d'affaiblissement de l'intelligence.

» Ces troubles peuvent disparaître avec l'amélioration de la maladie d'oreille, comme nous l'avons remarqué, surtout dans l'otopiésis.

» Ces documents personnels s'ajoutent à ceux que de nombreux auteurs ([1]) ont déjà recueillis, sur les relations des maladies de l'oreille avec les troubles mentaux, et sur la fréquence extrême des illusions et des hallucinations auditives dans les maladies mentales, avec ou sans substratum anatomique auriculaire.

» Mais dans les cas cités jusqu'ici, il s'agissait de lésions relativement grossières de l'oreille, parce qu'une suppuration de l'oreille moyenne, ou de l'apophyse mastoïde, une otorrhée, une perforation tympanique, une carie du rocher, des cicatrices vicieuses de la caisse tympanique, un bouchon cérumineux, un corps étranger, un traumatisme de l'oreille, etc., sont assez faciles à reconnaître.

» Dans les faits qui nous occupent, au contraire, il s'agit d'une affection d'oreille bien moins apparente. Tel est, par exemple, le cas suivant, où l'influence pathogénique de l'oreille sur l'affection mentale a été tout à fait manifeste.

» Une jeune fille de vingt-trois ans, sans antécédents connus d'hérédité nerveuse ou de prédisposition, est atteinte, depuis dix jours, d'une crise de *mélancolie aiguë*, avec hallucinations et illusions de l'ouïe, déraison, perte de connaissance, de troubles affectifs, répulsion pour ses parents, d'insomnies, vertiges, incapacité de marcher et de se tenir debout. Physionomie inspirée, yeux hagards, écoutant ses voix et n'entendant que fort mal la voix de ceux qui lui parlent.

» Cette diminution importante de l'ouïe était en rapport avec une affection otopiésique aiguë de l'oreille (obstruction de la trompe d'Eustache, vide ou absence d'air de la caisse tympanique, compression des nerfs acoustiques par la pression atmosphérique sans contrepoids).

» Une insufflation d'air dans les caisses tympaniques, en faisant cesser le vide et en mettant fin à la compression et à l'excitation des nerfs acoustiques, fit cesser instantanément la surdité et aussi les troubles mentaux, produits par l'excitation du nerf acoustique irradiée jusqu'au cerveau.

([1]) Esquirol, Baillarger, de Trœltsch, Toynbee, Blau, Meyer, Schwarze et Koppe, Ball, Regis, Roosa, Luys, Brown-Séquard, Th. Browne, A. Voisin, Gellé, Bouchut, Menière, Williams, Albert Robin (de Paris), Urbantschitch, Politzer, Moos, Paul Robin (de Lyon), Pierret, Schüle, Ritti, de Rossi, Martinencq, Compérat, Schiffers, Sexton, Michéa, Cattlet, Bondet, Fournier, Biauté, Furstner, Schmiegelow (de Copenhague).

» La connaissance revint immédiatement, plus de délire, plus d'hallucinations, retour à la raison, physionomie calme, parole nette, stabilité et équilibre revenus.

» Cette crise de folie mélancolique récente, produite par une affection récente de l'oreille, disparut donc avec les troubles de l'oreille.

» C'est la même disparition rapide des accidents qui s'observe aussi dans l'épilepsie et dans les troubles mentaux moins accusés (perte de mémoire, d'esprit de suite, etc., que les malades attribuent à une compression du cerveau); si la maladie d'oreille est une otopiésis récente par obstruction des trompes d'Eustache.

» Au contraire, quand l'affection d'oreille est ancienne et qu'elle présente des lésions irréductibles, étendues, l'excitation du nerf acoustique est difficile, sinon impossible, à faire cesser, et les troubles mentaux par irradiation sont probablement difficiles à modifier.

» L'excitation du trijumeau, du pneumo-gastrique et du glosso-pharyngien, dans leurs rameaux auriculaires et nasaux, s'ajoute quelquefois à l'excitation du nerf acoustique, pour produire une action à distance sur le cerveau. Dans ces cas complexes, il peut être plus difficile de modifier tous ces nerfs excités et les irradiations à distance qui en procèdent, que si le nerf acoustique est seul excité, par un processus simple et facile à enrayer.

» En somme, il y a des affections de l'oreille ou le nerf acoustique excité par pression (otopiésis) transmet son excitation aux diverses parties des centres nerveux et produit, selon le sujet, des effets irradiés divers.

» Transmise : 1° au bulbe et à la moelle, cette excitation produit de l'épilepsie, de la pseudo-méningite ou des convulsions variées sans caractère spécial; 2° du côté du cervelet, elle produit des troubles de l'équilibration, vertiges, chute, rotation; 3° arrivée au cerveau et à l'écorce cérébrale, l'irradiation produit des troubles mentaux, légers ou graves, ayant un caractère commun de dépression.

» Les troubles légers sont la perte ou la diminution de la mémoire, de l'esprit de suite, de la réflexion, de la vivacité des conceptions; diminution de l'affection pour les proches; idées de tristesse, de suspicion, de défiance, de persécution, ou de l'hypocondrie.

» Les troubles mentaux graves peuvent s'élever jusqu'à la folie mélancolique aiguë, avec délire, hallucinations, perte de connaissance, chez les sujets prédisposés.

» Le point sur lequel il y a lieu d'insister, c'est que tous ces troubles mentaux peuvent être la conséquence d'affections relativement légères de

l'oreille, entre autres, de l'otopiésis par obstruction des trompes d'Eustache, et que, dans les cas récents, la cure de l'affection otopiésique de l'oreille peut faire cesser les accidents mentaux symptomatiques. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *De l'action préventive de l'hydrate de chloral contre la rage tanacétique, ou simili-rage, et contre la vraie rage.* Note de M. **H. Peyraud**, présentée par M. Brown-Séquard.

« Avec des vapeurs ou des injections intra-veineuses d'essence de tanaisie, et des vapeurs ou des injections sous-cutanées de chloral, nous avons institué deux séries d'expériences, sur des lapins et sur des oiseaux.

» Dans la première, après avoir produit préalablement la rage tanacétique, nous essayâmes de l'arrêter par des injections sous-cutanées de chloral. Nous remarquâmes que, lorsque les convulsions tanacétiques étaient établies, l'arrêt n'avait pas lieu.

» Si, au contraire, nous soumettions nos animaux à l'action préalable du chloral et que, lorsqu'ils étaient endormis, ou même simplement étourdis, nous leur administrions, par les procédés déjà cités, une certaine dose d'essence de tanaisie, les effets convulsivants ne se produisaient pas ou ne se produisaient que tardivement, et après des doses répétées de cette essence, lorsque la quantité de chloral était insuffisante.

» Le chloral, s'il n'avait pas d'action curative sur cette rage tanacétique, avait évidemment sur elle une action préventive.

» Nous avons déjà fait connaître ces faits en 1872 et, au Congrès de Lyon en 1873, nous avons répété ces expériences devant la Section d'Agronomie du Congrès.

» Nous avons pensé que, puisque la rage tanacétique ressemble tant à la vraie rage et qu'elle est empêchée par l'emploi préventif du chloral, l'antagoniste de cette dernière pourrait aussi être le chloral employé préventivement.

» En 1877, l'observation d'un cas où la rage paraissait probable chez l'homme sembla nous donner raison.

» Un petit jeune homme, mordu au mollet, par un chien qui mourut de la rage et qui fut examiné par un vétérinaire, prit, sur notre conseil, du chloral pendant quarante jours, à la dose progressive de 1^{gr}, 2^{gr}, puis 3^{gr} par jour. Ce petit jeune homme n'est pas devenu enragé.

» Depuis lors, je ne sache pas qu'aucune expérience dans ce sens ait été tentée.

» M. Pasteur, par ses découvertes sur la rage expérimentale, nous a donné l'idée de reprendre nos travaux et d'étudier comparativement cette rage et la rage tanacétique. C'est ce que nous avons fait cette année.

» Nous nous sommes d'abord assuré que la rage tanacétique n'est pas contagieuse.

» Nous avons encore, à la Faculté de Médecine de Bordeaux, un lapin inoculé depuis le 10 mars dernier : il est évident qu'il ne deviendra jamais enragé, car la rage tanacétique est une rage sans virus, sans ferment, et il n'y a que les virus, les ferments qui se donnent, qui se communiquent.

» C'est en faisant ces expériences et quelques autres, dont l'intérêt pratique apparaîtra bientôt, que nous avons découvert le fait suivant :

» Le 6 mars dernier, sur un lapin noir de forte taille, nous inoculâmes, par la méthode sous-méningienne, du virus rabique pris sur le nommé Berger, mort, six mois après la vaccination pastorienne, de rage paralytique dans le service de notre ami le professeur Pitres. Ce virus en était à la troisième série d'inoculation sur des lapins. La rage paralytique, dans les séries précédentes, était toujours arrivée fatalement vers le quinzième jour. Six témoins furent, en même temps, inoculés avec le même virus. Les six témoins sont morts de rage paralytique depuis plus de six mois et le lapin noir vit encore. Il n'a éprouvé qu'une légère tristesse, vers le seizième jour de son inoculation, qui a aussitôt disparu.

» Voici comment il a été traité :

» Le 10, le 11 et le 12 mars, il a subi sous une cloche, pendant deux heures, deux heures et demie, l'action des vapeurs de chloral sans s'endormir ; le 13, le 14, le 15, le 16, le 17, le 18, le 19, il a reçu sous la peau des doses de $0^{gr},10$, $0^{gr},20$, jusqu'à $0^{gr},30$ de chloral en solution, 25^{gr} pour 250^{gr} d'eau. Il y a eu, en tout, dix jours de traitement.

» Selon toutes les probabilités, ce lapin ne deviendra jamais enragé, puisqu'il y a sept mois qu'il a été inoculé par les méninges.

» Or, si la rage expérimentale a une évolution toujours fatale et régulière, ce que tous les faits semblent absolument démontrer, il n'y a pas de doute que le chloral ait ici agi, d'une façon absolument certaine, comme préventif de la vraie rage.

» Et maintenant, si l'on rapproche de ce fait celui que j'ai déjà observé sur l'homme, on est bien obligé d'admettre que le chloral fournit de grandes espérances, comme médicament préventif de la rage humaine.

» Agit-il par son action antiseptique *élective* sur le système nerveux, ou simplement par son action sédative? Peut-être par l'une et par l'autre. »

ZOOLOGIE. — *Sur la faune des îles de Fayal et de San Miguel (Açores)*; par M. **Jules de Guerne**.

« Au cours de la troisième campagne scientifique accomplie par S. A. le prince Albert de Monaco, sur sa goélette *l'Hirondelle*, j'ai pu faire quelques excursions dans les îles de Fayal et de San Miguel.

» La faune des eaux douces, réputée nulle, a tout d'abord fixé mon attention. Le séjour du yacht aux Açores ne pouvant se prolonger assez pour permettre l'exploration de l'ensemble des lacs, il fallut choisir. Mes préférences se portèrent sur ceux de Sete Cidades. Ce sont les plus grands de tout l'archipel; le Lagoa Grande en est le plus profond (30^m). Ils se trouvent être aussi les plus anciens formés : la date de leur origine est presque certaine (éruption de 1444); enfin, toute activité volcanique paraît avoir cessé depuis longtemps dans la région qu'ils occupent.

» Le 10 juillet, j'ai étudié méthodiquement les faunes pélagique, profonde et littorale du Lagoa Grande. Le produit des pêches de surface, exécutées avec un filet en soie à bluter, s'est montré constamment formé d'une multitude de Volvocinées, d'un Nostoc assez rare, de quelques *Glenodinium*, de diverses Diatomées ou Desmidiées, et d'une quantité considérable de Bactéries. Celles-ci fourmillent littéralement dans les pêches traitées séance tenante, dans l'embarcation même, par l'acide osmique.

» Parmi ces organismes, dont l'ensemble représente environ les deux tiers de la masse recueillie, on distingue les espèces animales suivantes : *Daphnella brachyura* Liév., *Chydorus sphæricus* Jur., *Cyclops viridis* S. Fisch., *Asplanchna Imhofi* sp. nov. et *Pedalion mirum* Huds. Enfin, je signalerai la présence de débris rapportés avec doute au *Leptodora hyalina* Lillj. Ces Crustacés et ces Rotifères sont beaucoup moins abondants à la surface qu'à une certaine profondeur; par contre, le nombre des végétaux microscopiques (à l'exception, toutefois, des Diatomées qui vivent sur le fond) diminue progressivement à mesure que l'on s'éloigne de la zone fortement éclairée. En résumé, la faune est pauvre, mais l'aspect des animaux qui la composent suffit pour marquer, au plus haut degré, son caractère pélagique.

» La faune profonde, dont l'étude, non terminée, se poursuit actuellement sur des matériaux rapportés vivants à Paris, m'a fourni jusqu'ici des Nématoïdes, des Turbellariés et des Rhizopodes. Les Diatomées pullulent à

la surface du limon et y forment, comme dans les lacs suisses, ce que F.-A. Forel appelle le *feutre organique*.

» Quant à la faune littorale, elle est relativement riche, mais se distingue, au premier abord, des faunes analogues du continent, par l'absence complète de Mollusques. Les espèces favorisées au point de vue des moyens de dissémination y sont nombreuses. Je citerai un Bryozoaire (*Plumatella repens* L.), dont les colonies atteignent jusqu'à $0^{m},30$ de long et dont les statoblastes se rencontrent souvent isolés; divers Cladocères; de nombreux Acariens; un Tardigrade (*Macrobiotus*), et, parmi les Vers, *Naïs elinguis* Mül. et *Chætonotus* (*sp.* ?) Les Rotifères libres ou tubicoles paraissent fort communs; ils appartiennent à divers genres dont la répartition est très étendue: *Cephalosiphon, Rotifer, Philodina, Furcularia*, etc., etc. Les insectes aquatiques semblent être fort rares, tant à l'état adulte que sous la forme larvaire. Un Hémiptère des plus vulgaires, *Corixa atomaria* Illig., a seul été recueilli. Enfin, il convient de mentionner les Protozoaires, représentés par des Vorticelles, des Acinètes, plusieurs Rhizopodes, *Trinema enchelys* Ehrenb., *Centropyxis aculeata* Ehrenb. et un *Difflugia* dont la coquille est formée de débris transparents de ponces. C'est probablement le *D. azorica* d'Ehrenberg, simple variété de *D. pyriformis* Perty.

» Tels sont les résultats obtenus à Sete Cidades. D'autres recherches, faites aux environs de Ponta Delgada, dans les eaux stagnantes, ont amené la découverte d'espèces différentes, appartenant pour la plupart aux mêmes groupes. Parmi les Rotifères, je citerai : *Actinurus neptunius* Ehrenb.; parmi les Vers : *Tubifex rivulorum* d'Udek. et une Hirudinée dont les cocons seuls ont été vus. J'ai trouvé à Fayal *Nephelis octoculata* Berg. Enfin les Crustacés m'ont fourni *Daphnia pulex* de Geer, *Cyclops diaphanus* S. Fisch. et un Ostracode nouveau qui sera décrit sous le nom de *Cypris Moniezi*.

» A Fayal, le cratère central de l'île a été exploré avec un soin tout particulier; il n'y existe pas à proprement parler de lac, mais plutôt un marécage sans profondeur, soumis, suivant l'abondance des pluies, à des changements de niveau irréguliers. Je n'y ai pas trouvé de faune pélagique, mais les formes littorales y sont assez nombreuses; on y rencontre divers Acariens, des Nématoïdes et bon nombre de Cladocères : *Pleuroxus nanus* Baird, *Alona costata* G.-O. Sars, *A. testudinaria* S. Fisch., etc. Les larves d'insectes (*Æschna, Agrion, Phryganea*, etc.) sont plus nombreuses qu'à Sete Cidades. J'ai capturé dans l'eau l'une des rares espèces de Coléoptères, considérée comme propre aux Açores, *Agabus Godmani* Crotch. Mais la dé-

couverte la plus intéressante que j'y aie faite est celle d'une espèce nouvelle de *Pisidium :* c'est le premier Mollusque fluviatile qui paraisse spécial à l'archipel ; c'est également le premier Lamellibranche signalé dans ces îles (¹).

» Au point de vue de la faune terrestre, l'étude du cratère de Fayal est des plus intéressantes. J'y ai découvert deux Crustacés nouveaux : un Isopode, *Philoscia Guernei*, qui sera décrit par M. Adrien Dollfus, et un Amphipode du genre *Orchestia*. C'est un type marin littoral, dont la présence au fond d'un cratère, à 700^m de hauteur, est assez difficile à expliquer. Fait remarquable, une espèce du même genre (*O. tahitensis* Dana) a été trouvée à Tahiti dans des conditions semblables, sous des feuilles mortes humides, à 500^m environ d'altitude et à plusieurs milles de la mer.

» Sur les Mollusques terrestres, étudiés antérieurement par divers naturalistes, je n'ai rien de particulier à dire, bien que j'en aie recueilli un certain nombre. En ce qui concerne les Myriapodes (²), j'ai retrouvé, tant à Fayal qu'à San Miguel, trois des quatre espèces décrites par Von Porath comme spéciales aux Açores. Je puis même ajouter à la faune des îles *Cryptops hortensis* Leach, certainement introduit. Enfin, les Isopodes m'ont fourni, outre *Philoscia Guernei*, deux espèces non signalées jusqu'ici dans l'archipel : *Eluma purpurascens* Bl. et *Metoponarthrus sexfasciatus* Bl., formes vulgaires répandues partout et sûrement introduites.

» En résumé, des recherches faites dans les îles de Fayal et de San Miguel pendant la troisième campagne de l'*Hirondelle* il résulte :

» 1° Que la faune des eaux douces des Açores, considérée jusqu'ici comme à peu près nulle, comprend un assez grand nombre d'espèces ;

» 2° Que ces espèces appartiennent, pour la plupart, à des types faciles à disséminer grâce à leur résistance spéciale ou à leurs œufs d'hiver, statoblastes, etc. ;

» 3° Que l'ensemble de cette faune offre un caractère continental et même européen, bien qu'il faille s'attendre, dans l'avenir, à la démonstration du caractère cosmopolite de la majeure partie des animaux qui la composent ;

» 4° Enfin que les Açores paraissent posséder uniquement, comme

---

(¹) L'expédition du *Talisman* a trouvé à Furnas une espèce de *Physa* que M. Morelet considère comme introduite et qu'il rapporte au *P. acuta* Drap., connu à Madère et aux Canaries.

(²) Un éminent spécialiste, le Dr R. Latzel, de Vienne, a bien voulu examiner ces Myriapodes.

formes propres, des animaux terrestres, et spécialement des Crustacés et des Mollusques. Ces derniers semblent d'ailleurs destinés à disparaître, par suite de l'envahissement des espèces introduites. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les cicatrices des* Syringodendron. Note de M. **B. Renault**, présentée par M. P. Duchartre.

« Tous les paléontologistes connaissent les troncs désignés sous le nom de *Syringodendron*. Pour les uns, ces troncs, aussi nombreux dans le terrain houiller que ceux des Sigillaires, sont des plantes indépendantes; pour les autres, ils représentent les tiges âgées des Sigillaires. Les opinions les plus diverses ont été émises sur la nature des organes appendiculaires, qui pouvaient avoir existé sur les cicatrices solitaires ou géminées, souvent énormes, qui caractérisent ces tiges; on y a vu les traces d'insertion d'écailles, d'épines, de stipules, de racines, etc. Nous croyons donc que la solution de ces divers problèmes paraîtra intéressante.

» Les échantillons silicifiés qui ont permis de jeter quelque lumière sur la question nous ont été remis avec la plus grande obligeance par M. Roche, l'habile et savant chercheur bien connu; les autres ont été recueillis par nous; tous viennent des gisements d'Autun.

» Ce sont des écorces de Sigillaires (assise subéreuse), variant de $0^m,01$ à $0^m,07$ d'épaisseur, portant à leur surface les cicatrices elliptiques, simples ou géminées, bordées d'une gaine, et à surface marquée de nombreuses *dépressions* ponctiformes caractéristiques des Syringodendrons à l'état d'empreinte, quand ils sont bien conservés.

» Nous ne pouvons dans cette Note nous étendre sur les relations qui peuvent exister entre les *Sy. monostigmés*, les *Sy. diplostigmés* et les Sigillaires à écorce lisse, ou à écorce cannelée, nous réservant de revenir sur cette question dans une Note ultérieure. Il ne sera question ici que de la structure des organes auxquels correspondent ces cicatrices extérieures.

» Une coupe transversale de l'un d'eux montre qu'il est formé à l'intérieur d'une masse de tissu parenchymateux, dont les éléments peu résistants sont à section polygonale. Dans le sens longitudinal, ces mêmes éléments présentent une section rectangulaire. Au milieu de ce tissu parenchymateux on distingue de nombreux canaux de couleur foncée, dirigés parallèlement les uns aux autres dans toute la longueur de l'organe qui traverse *entièrement* la partie subéreuse de l'écorce.

» Ces canaux sont formés d'une gaine de cellules à sections rectangulaires, limitant un cylindre, qui lui-même est composé de cellules plus petites contenant un résidu brun auquel est due la couleur foncée de l'ensemble. Souvent les cellules de l'axe du cylindre ont été détruites ou résorbées; il en résulte une sorte de tube continu. Ce sont les orifices ou les extrémités de ces canaux qui produisent les dépressions ponctiformes que l'on remarque à la surface des cicatrices.

» Il n'est pas rare de rencontrer tout à fait isolés des cylindres de cellules brunes, le tissu parenchymateux d'alentour ayant complètement disparu, comme si leur contenu les avait préservés de la destruction.

» On ne peut guère assigner à ces appareils, d'après l'organisation qui vient d'être exposée, d'autre fonction physiologique que celle de sécréter soit des matières gommeuses ou résineuses, soit du tannin, etc.; ce sont donc des appareils sécréteurs.

» L'existence d'appendices quelconques, épines, stipules, etc., ne saurait s'accommoder avec la structure anatomique de ces organes.

» Ces appareils sécréteurs sont entourés d'une enveloppe formée par des cellules prismatiques allongées, subperpendiculaires à l'organe; ces cellules ne sont pas parallèles les unes aux autres, mais présentent un certain enchevêtrement; leurs parois portent des ornements rayés et réticulés.

» Il était important de rechercher si les deux cicatricules en forme d'arc placées de chaque côté du faisceau vasculaire des cicatrices foliaires des Sigillaires présenteraient des indices d'une organisation analogue. Le résultat de ces recherches a été affirmatif. Grâce à de nombreux échantillons que nous nous sommes procurés, nous avons pu reconnaître dans ces arcs, mesurant à peine $1^{mm},2$ de hauteur et $0^{mm},5$ de largeur, les rudiments de la structure des grandes cicatrices des *Syringodendron*.

» Nos recherches ont porté sur des appareils pris dans des écorces différentes et présentant les dimensions suivantes, dans le sens de la hauteur :

$$1^{mm},2;\quad 2^{mm},9;\quad 5^{mm};\quad 9^{mm};\quad 12^{mm};\quad 22^{mm},$$

et respectivement, dans le sens de la largeur :

$$0^{mm},5;\quad 1^{mm},3;\quad 2^{mm};\quad 3^{mm},4;\quad 4^{mm},2;\quad 8^{mm},7.$$

Les sections étaient sensiblement elliptiques; l'organisation est restée la même pour toutes.

» Il ne peut donc y avoir doute sur l'origine des grandes cicatrices des Syringodendrons : ce sont les *arcs latéraux* comprenant la cicatricule du cordon foliaire, caractéristiques des cicatrices des Sigillaires, qui prennent un développement extraordinaire, proportionnel à celui de l'écorce où ils se trouvent plongés, et deviennent peu à peu des appareils sécréteurs importants.

» Le faisceau vasculaire visible sur les écorces de peu d'épaisseur, n'ayant plus de fonction à remplir après la chute des feuilles, disparaît complètement dans les écorces d'un certain âge.

» Quant à la disposition géminée, régulière ou irrégulière, la confluence partielle ou complète dans les écorces monostigmées, le développement énorme de la partie subéreuse de l'écorce, qui souvent se faisait inégalement, comme nous en avons la preuve sous les yeux, et la section des Sigillaires dans laquelle les Syringodendrons devront être rattachés suffisent, à notre avis, pour expliquer toutes les variations de forme et de position que les cicatrices peuvent présenter.

» Nous n'avons aucune idée sur l'abondance des produits sécrétés, mais le nombre des appareils répartis sur les écorces des Sigillaires étant énorme, on peut légitimement se demander s'ils n'ont pas concouru pour une large part à la formation de la houille non organisée. »

GÉOLOGIE. — *Observations sur les causes qui ont produit le métamorphisme normal.* Note de M. **Virlet d'Aoust**, présentée par M. Hébert. (Extrait.)

« ... Le métamorphisme des roches d'origine sédimentaire, considéré dans l'ensemble des faits qui le caractérisent, est une des questions les plus compliquées de la Géologie; mais, si on ne l'envisage qu'au point de vue *normal*, c'est-à-dire des faits qui embrassent la généralité des roches composant la croûte solidifiée de notre planète, elle devient très simple, puisqu'elle n'est plus que la conséquence de la chaleur centrale du globe, aidée dans son action par les eaux de carrière ou d'infiltration. Les transmutations ainsi opérées deviennent alors l'une des preuves les plus évidentes de la fluidité du noyau central terrestre.

» En partant de cette hypothèse, on peut considérer les roches sédimentaires, dites anciennes, comme ayant été modifiées ou, pour mieux dire,

métamorphisées directement par les retours de chaleur, pénétrant leurs masses au fur et à mesure qu'elles se trouvaient recouvertes par des sédiments nouveaux. Mais, aux époques des formations secondaires et tertiaires, la croûte solidifiée ayant acquis une plus grande épaisseur et la chaleur centrale ayant perdu son énergie première, ces retours calorifiques n'agissaient plus avec la même intensité : aussi les effets métamorphiques les plus saillants qu'on observe dans les roches de ces formations récentes sont-ils dus à des effluves calorifiques, émises accidentellement par les fractures du sol : ils sont, par conséquent, limités à certains points. Ce sont ces derniers cas que je me propose principalement d'examiner, parce qu'ils prouvent bien que la chaleur est la principale cause déterminante du *métamorphisme normal,* et qu'ils justifient parfaitement cette manière de voir.

» *Métamorphisme en Grèce.* — Désigné, en 1828, par la Commission de l'Institut, pour faire partie de l'expédition scientifique que le Gouvernement envoyait en Morée, j'ai pu y constater que le sol de cette contrée est, en grande partie, occupé par la formation crayeuse, composée de sables et grès verts associés à des ophiolithes, d'argiles et de calcaires. Outre les actions que ce terrain a pu éprouver par le calorique de retour, il a encore été soumis à diverses modifications plus prononcées, dues à des effluves calorifiques accidentelles, émises par les lignes de dislocation du sol. Ainsi, sans parler des ophiolithes, que je serais porté à regarder aujourd'hui comme une transformation des grès verts, les argiles ont subi, sur différents points, des modifications variées : par exemple, en Messénie, on les voit transformées en jaspes, dont les couches concordent et alternent avec les calcaires; dans la partie orientale de l'Argolide, vers Didyma, elles ont d'abord contracté la structure trappéenne, puis ont été transformées, à Épidaure, en un curieux porphyre.

» Les calcaires ont également éprouvé différentes modifications; là, ils sont devenus très compacts, très durs et cassants comme du verre; ailleurs, ils sont devenus plus ou moins grenus; dans les montagnes du Taygète, ils ont acquis de curieux effets de cristallinité, qui ont fait apparaître des traces de fossiles qu'on n'y aurait pas soupçonnés; leurs silex, que j'ai constatés depuis n'être que des masses d'imbibition formées postérieurement, par transports moléculaires de la silice, y ont, au contraire, disparu par diffusion. Ils ont très probablement été transformés en silicates anhydres, à l'aide de vapeurs d'eau. J'en ai constaté, à mon grand étonnement, les débris à l'état de sable, dans les ravines de désagrégation des calcaires, que

je savais, par expérience, n'être nullement siliceux; dans la chaîne orientale de la Laconie, aux monts Malévo, ces mêmes calcaires ont entièrement été transformés en calcaires blancs grenus statuaires.

» C'est surtout dans l'une des îles de l'Archipel grec, à Syra, que j'ai pu constater les effets les plus démonstratifs d'une de ces actions accidentelles de chaleur, produite par l'établissement d'un beau filon de quartz et de fer hydraté. Cette action s'est fait ressentir dans un rayon assez étendu, mais limité; on peut, en partant du côté opposé au centre d'action, reconnaître qu'une couche de phyllade, qui circonscrit horizontalement la belle rade de cette île, prend peu à peu des aspects pétrosiliceux, puis passe à un schiste satiné que l'on voit bientôt se cribler de cristaux microscopiques d'amphibole, lesquels, grossissant peu à peu, font passer la roche à une véritable diorite; enfin, au contact du filon, ce n'est plus qu'un enchevêtrement de gros cristaux d'amphibole verte. Là, des grenats, des disthènes et d'autres minéraux se sont aussi développés; au contact des calcaires grenus qui recouvrent le schiste, il s'est produit une très belle euphotide à larges lames de diallage. Ces intéressants phénomènes de métamorphisme partiel, corroborés ensuite par de nombreuses observations sur les diorites anciennes et modernes, d'ailleurs généralement bien stratifiées, ainsi que celles du Laurium, associées aux calcaires secondaires du Panthélique, me les font considérer toutes, depuis longtemps, comme roches métamorphiques.

» *Le métamorphisme dans l'Amérique Centrale.* — Mon séjour de 1850 à 1855 dans l'Amérique Centrale m'a permis d'y faire également d'intéressantes observations de métamorphisme accidentel. Il existe dans toute cette région, depuis les montagnes Rocheuses jusqu'à Panama, une grande formation de porphyres et de trachytes porphyroïdes, que les géologues, encore imbus des idées anciennes, n'ont pas manqué de classer parmi les roches plutoniques de transition. J'ai bientôt reconnu que ces porphyres sont, au contraire, très modernes et d'origine sédimentaire. Ils représentent, dans cette région du nouveau continent, nos terrains tertiaires d'Europe, puisqu'ils reposent immédiatement sur le terrain de craie et sont surmontés par le terrain quaternaire. Ils ont laissé, sur les crêtes du premier de ces terrains, des lambeaux fort remarquables, que les Mexicains nomment *Bufa*, parce qu'ils s'y présentent sous forme de forteresses en ruine.

» Cette grande formation, composée de quatre étages bien distincts,

doit sa transformation en roches porphyriques au soulèvement de mon système des montagnes d'Anahuac qui, en même temps qu'il a donné lieu aux premiers épanchements basaltiques et a favorisé l'établissement des nombreux et riches filons métalliques de ce pays privilégié, a encore servi de lien entre les deux Amériques du Nord et du Sud, auparavant séparées. Cette formation, que j'ai pu étudier sur près de 500 lieues de longueur, se présente avec des aspects variés, depuis l'état limoneux originel, encore conservé sur quelques points, en passant par les états intermédiaires, jusqu'aux porphyres les plus parfaits et passant même sur quelques points à un véritable granit.

» Ces granits, très modernes, n'avaient d'ailleurs rien qui pût me surprendre beaucoup, puisque j'avais reconnu depuis longtemps que les granits les plus anciens des Alpes et des Pyrénées contiennent, comme ceux de la Bretagne et de la Normandie, de très nombreux fragments de roches plus anciennes, très probablement refondues, et sont aussi, par conséquent, d'origine sédimentaire ([1]). »

M. de Lesseps communique la Note suivante, qui lui est adressée de la baie de Panama :

« ...Le *Clappet* n° 13, qui vient d'arriver ici, a été assailli, dans le port de Talcahuano, par une bourrasque du nord qui a duré dix jours; pendant ce temps, toutes les communications avec la côté ont été impossibles.... Le capitaine Taylor, retenu à terre par l'ouragan, a eu le plaisir de voir son *Clappet* supporter les attaques d'une mer furieuse, sans avarie, et avec une facilité apparente, due à l'emploi des sacs d'huile nouvellement employés. On a eu ainsi une nouvelle preuve de l'efficacité de ce procédé pour réduire l'action des vagues contre les flancs du navire. »

M. Privat adresse une Note relative à l'intégration des équations différentielles à une inconnue.

M. Arnaudet adresse un complément à ses Communications précédentes, sur la formation du globe terrestre.

([1]) *Voir*, à ce sujet, ma Lettre à Élie de Beaumont, insérée dans les *Comptes rendus*, t. XXI, p. 1287; 1845.

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 17 octobre 1887.

(*Suite.*)

Revue internationale scientifique et populaire des falsifications des denrées alimentaires. 1re année, 1re livraison. Amsterdam, 1887; br. in-f°.

Catalogo dei minerali vesuviani con la notizia della loro composizione e del loro giacimento; per Arcangelo Scacchi. Napoli, Francesco Giannini e figli, 1887; br. in-f°.

La regione vulcanica fluorifera della Campania; per Arcangelo Scacchi. Napoli, 1887; br. in-f°.

Le lave, il terreno vesuviano e la loro vegetazione; per Orazio Comes. Napoli, Francesco Giannini e figli, 1887; br. in-f°.

Memoria estadistica del curso de 1885-1886. *Annuario de* 1886-87 *del distrito universitario.* Madrid, Gregorio Estrada, 1887; in-f°.

A Electricidade. Estudo de algumas das suas principales applicaçôes; por Virgilio Machado. Lisboa, typographia da Academia real das Sciencias, 1887; in-8°.

Historia dos estabelecimentos scientificos, litterarios e artisticos de Portugal nos successivos reinados da monarchia; por José-Silvestre Ribeiro; tomo XV. Lisboa, typographia da Academia real das Sciencias, 1887; in-8°.

Estudos sobre as provincias ultramarinas; por Joao de Andrade Corvo; Vol. IV. Lisboa, typographia da Academia real das Sciencias, 1887; in-8°.

Bihang till kongl. svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar; elfte Bandet, Häfte 2. Stockholm, Norstedt et Soner, 1887; in-8°.

Sixth annual Report of the United States geological Survey to the Secretary of the Interior, 1884-85; *by* J.-W. Powell. Washington, Government printing Office, 1885; in-f°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 24 OCTOBRE 1887.

Statistique de la superficie et de la population des contrées de la Terre; par ÉMILE LEVASSEUR. Rome, imprimerie Héritiers Botta, 1887; in-4°.

Études sur l'histoire militaire et maritime des Grecs et des Romains; par le contre-amiral SERRE. Paris, L. Baudoin et Cie, 1888; in-12. (Présenté par M. l'amiral Jurien de la Gravière.)

Traité de Physiologie comparée des animaux, considérée dans ses rapports avec les Sciences naturelles, la Médecine, la Zootechnie et l'Économie rurale; par G. COLIN; t. II. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1888; gr. in-8°. (Présenté par M. Brown-Séquard.)

Bulletin de la Société géologique de France; 3e série, t. XV, feuilles 27-34 (21 mars-18 avril 1887) f, g, h, *Pl. X*. Paris, au siège de la Société, 1887; in-8°.

The geologic relations of the Nanticoke disaster; by CHARLES-A. ASHBURNER, 1887; in-8°.

Memoirs of the national Academy of Sciences; vol. III, Part II. (Deux exemplaires.) Washington, Government printing Office, 1886; gr. in-4°.

Bulletin of the United States geological Survey; nos 34-39. Washington, Government printing Office, 1886-87; 6 br. in-8°.

Report of the entomologist Charles-V. Riley for the year 1886. Washington, Government printing Office, 1887; br. in-8°.

Report of the meteorological Service of the Dominion of Canada; by CHARLES CARPMAEL, *for the year ending december* 31, 1884. Ottawa, Maclean, Roger and Co, 1887; gr. in-8°.

Publications of the Washburn Observatory of the University of Wisconsin; vol. V. Madison, Wisconsin, Democrat printing Company, state printers, 1887; in-8°.

Scientific writings of JOSEPH HENRY; vol. I-II. Washington, published by the Smithsonian Institution, 1886; 2 in-4°.

Zur magnetelectrischen Induction; von EDM. HOPPE, 1887; br. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 17 octobre 1887.)

Note de MM. Ph. Barbier et Léo Vignon, sur les safranines substituées :

Page 672, lignes 22 et 23, *au lieu de* du tétraméthylodiamidoazobenzol de la diméthylphénosafranine, *lisez* du tétraméthyldiamidoazobenzol et de la diméthylphénosafranine.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 31 OCTOBRE 1887.

PRÉSIDENCE DE M. JANSSEN.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations des petites planètes, faites au grand instrument méridien de l'observatoire de Paris pendant le deuxième trimestre de l'année* 1887. Communiquées par M. MOUCHEZ.

Dates. 1887.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(178) BÉLISANE.			
	h m s	h m s		° ′ ″	
Avril 18......	10.49.49	12.36.42,10	»	92. 1.37,3	»
20......	10.40.24	12.35. 9,53	»	91.54. 2,3	»
21......	10.36. 0	»	»	91.50.15,4	»

Dates. 1887.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction. de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(161) Athor.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Avril 18......	11.36.47	13.23.48,63	+ 4,17	100.52. 1,1	+34,3
20......	11.26.47	13.21.39,51	+ 4,08	»	»
21......	11.21.47	13.20.35,56	+ 4,12	100.46. 7,1	+39,0
		(233) Astérope (¹).			
Avril 20......	10.15.27	12.10. 7,55	»	97. 4. 1,5	»
		(192) Nausicaa.			
Avril 20......	11.14.59	13. 9.49,90	»	104.49.23,0	»
21......	11.10. 7	13. 8.53,39	»	104.44.46,2	»
		(4) Vesta.			
Avril 21......	11.53.39	13.52.32,22	+ 1,30	88. 4.25,0	+ 8,0
Mai 16......	9.55.36	13.32.44,66	+ 1,25	87.36.36,4	+ 7,3
17......	9.51. 9	13.32.12,86	+ 1,10	87.38.33,2	+ 7,8
24......	9.20.43	13.29.17,85	+ 0,94	87.58.33,2	+ 8,5
28......	9. 3.58	13.28.16,59	+ 1,14	88.14.46,4	+ 7,7
		(90) Antiope.			
Mai 17......	10.34.28	14.15.39,09	»	101.53.23,5	»
18......	10.20.41	14.13.39,56	»	101.45.38,8	»
		(29) Amphitrite.			
Mai 17......	11. 4.15	14.45.31,36	»	114. 6.57,8	»
23......	10.35.15	14.40. 6,03	»	113.45.53,5	»
		(142) Polana.			
Juin 11......	10.43.30	16. 3.16,33	»	»	»
13......	10.34. 6	16. 1.44,54	»	113.23.29,1	»
		(28) Bellone (²).			
Juin 13......	10. 8.41	15.36.14,96	»	95.27.24,0	»
17......	9.50.41	15.33.58,54	»	95.32.34,0	»

(¹) On n'a pu s'assurer si l'astre observé est bien la planète.

(²) On n'a pu décider si l'une ou l'autre de ces observations se rapporte à la planète.

Dates. 1887.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(108) Hécube.			
Juin 13......	h m s 11. 7.14	h m s 16.34.57,18	»	° ′ ″ 118.28.27,0	»
		(95) Aréthuse (1).			
Juin 21......	11.41.28	17.40.49,25	»	106. 2.16,5	»
22......	11.36.29	17.39.46,16	»	105.58.49,8	»

» Les comparaisons de Vesta se rapportent à l'éphéméride publiée dans le *Nautical Almanac*, celles d'Athor à l'éphéméride de la Circulaire n° 293 du *Berliner Jahrbuch*.

» Les observations ont été faites par M. O. Callandreau. »

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Note sur une loi singulière de probabilité des erreurs;* par M. **J. Bertrand**.

« Poisson, en 1831, dans la *Connaissance des Temps*, et Cauchy, en 1853, dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, ont signalé une loi de probabilité d'erreur qui met en défaut la théorie générale des moyennes.

» Cette loi singulière est celle dans laquelle la probabilité d'une erreur comprise entre x et $x + dx$ est représentée par

$$\frac{k}{\pi} \frac{dx}{k^2 + x^2}.$$

Un instrument auquel cette loi serait applicable mettrait en défaut la théorie générale. La moyenne d'un grand nombre d'observations ne tendrait pas vers la valeur exacte de la grandeur mesurée.

» Bienaymé, pour répondre à l'objection déduite de cette anomalie, a dit :

» L'instrument affecté d'une telle erreur de probabilité ne serait pas même mis en vente par un artiste ordinaire. On ne saurait quel nom donner à l'établissement qui l'aurait construit.

---

(1) On n'a pu décider si l'une ou l'autre de ces observations se rapporte à la planète.

» Bienaymé se trompe. L'instrument qui réalise la loi de probabilité imaginée par Poisson est mis en vente et ne coûte pas cher : il sert à consulter le hasard, non à mesurer des grandeurs. L'aiguille qui, lancée avec plus ou moins de force, tourne librement sur un cadran horizontal et sert dans les fêtes de village à tirer des macarons, présente précisément la loi de probabilité en question. Si l'on détermine le point où l'aiguille prolongée irait couper une droite fixe, en regardant ce point comme le pied de la perpendiculaire abaissée sur elle du centre du cadran on a grande chance de se tromper : la probabilité d'une erreur x serait précisément

$$\frac{k}{\pi}\frac{dx}{k^2+x^2},$$

k étant la distance de la droite au centre du cercle.

» L'instrument que Bienaymé a pris la peine d'étudier comme instrument de précision et qu'il ne pouvait, à ce point de vue, juger trop sévèrement, assignerait donc à une direction à la recherche de laquelle il serait employé, celle d'une aiguille tournant librement dans un plan horizontal, après avoir reçu une impulsion réglée par le hasard.

» Il n'est pas besoin d'appliquer le Calcul intégral pour se convaincre que, même en y consacrant beaucoup de temps, une telle manière de s'orienter ne mériterait aucune confiance. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'observatoire de Nice*. Note de M. **Faye**.

M. **Faye**, répondant à la gracieuse invitation de M. le Secrétaire perpétuel, qui veut bien lui demander quelques détails sur la Conférence géodésique réunie cette année à l'observatoire de Nice, et sur l'inauguration de cet Observatoire aujourd'hui complètement terminé, rappelle que les Membres de l'Académie et du Bureau des Longitudes avaient été invités par les délégués français à prendre part à ce Congrès, et que M. Bischoffsheim les avait priés de son côté, par lettres individuelles, d'honorer de leur présence les fêtes qu'il devait donner à l'occasion de cette réunion.

« L'Académie y a été représentée par MM. Mascart, Cornu, Cahours, Daubrée, Bouquet de la Grye, Tisserand, Perrier et Faye; l'Académie des Beaux-Arts par M. Ch. Garnier, qui a construit l'Observatoire ; le Bureau des Longitudes par son Président, son Secrétaire et son éminent artiste

M. Émile Brunner; la Presse parisienne, par MM. de Parville et Francisque Sarcey; l'observatoire de Nice lui-même, par son habile Directeur, M. Perrotin, dont l'Académie connaît et apprécie les travaux. M. le Ministre de l'Instruction publique, retenu jusqu'au dernier moment par les travaux de la Chambre, m'a chargé d'exprimer ses regrets à l'honorable assemblée, et de la remercier, au nom de la République française, d'avoir choisi, pour lieu de sa première réunion, l'observatoire de Nice, dans la pensée hautement déclarée de rendre un solennel hommage à cette belle création.

» L'empereur du Brésil est venu de Cannes pour assister à la dernière séance de la Conférence, et témoigner à tous ses Membres le vif intérêt qu'il porte à leurs travaux. Sa Majesté a daigné me charger de le rappeler au bon souvenir de tous ses Confrères et amis de l'Académie des Sciences.

» Le pays même a pris le plus vif intérêt à cet événement. Ainsi la municipalité de Nice avait délégué son honorable maire, M. le comte de Malaussena, et un de ses adjoints pour recevoir les Membres de la Conférence et leurs invités au débarcadère du chemin de fer. Elle s'est associée à nos fêtes en nous offrant un spectacle de gala dans le magnifique casino municipal, suivi d'une réception où de nombreux invités nous ont témoigné tout l'intérêt de la population niçoise. Les journaux de la localité ont rendu compte, jour par jour, de nos faits et gestes. Et ce mouvement sympathique ne s'est pas borné à la ville de Nice : tout le littoral, depuis Menton jusqu'à Cannes, y a pris part. MM. les Membres du Congrès ont reçu à Menton les félicitations du Conseil municipal; hier même, sur l'invitation de la ville de Cannes, ils ont dû y faire une apparition et visiter les îles Lérins.

» Il ne m'appartient pas de rendre compte à l'Académie des travaux du Congrès géodésique, présidé par M. le général Ibañez, notre savant Correspondant. Je dirai seulement que nous y avons entendu les Rapports des délégués de l'Italie, du Portugal, de l'Espagne, de la Suisse, du Danemark, de l'Autriche, des Pays-Bas, etc., sur l'avancement des travaux géodésiques dans leurs pays respectifs. La Conférence a écouté, avec un intérêt soutenu, les Rapports du général Perrier, sur la mesure des bases; du commandant Bassot, sur les belles expériences du pendule instituées, à l'observatoire même de Nice, par M. le capitaine Desforges; les Notes de M. Bouquet de la Grye, sur le niveau moyen des mers; les Communications de M. Lallemand, sur les grandes opérations du nivellement général de la France. J'ai été aussi très frappé, je l'avoue, des résultats obtenus cette année au Bureau géodésique de Berlin, sur les anomalies de la pesanteur

et de la verticale en Allemagne, au Caucase et dans les vastes régions planes de la Russie. Par là la Science géodésique pénètre de plus en plus dans le domaine de la Géologie.

» Mais ce que je voudrais surtout, ce serait de donner à l'Académie une idée de l'impression produite sur tous les esprits par ce magnifique Observatoire qui couronne la plus proche montagne de Nice, et dont le voyageur, en débarquant du chemin de fer, admire les bâtiments et les coupoles baignées de la pure lumière du Midi.

» C'est quand on arrive à ce sommet que le spectacle devient presque sublime. Imaginez à l'horizon sud la mer bleue, à nos pieds la vallée où s'étend la ville de Nice avec ses palais et ses jardins d'orangers, en arrière le chemin de la Corniche, qui serpente sur les derniers chaînons des Alpes, avec des cimes déjà couvertes de neige, bien loin, au dernier plan. Tout ce paysage était, la nuit du 27, illuminé de feux de Bengale, de bouquets d'artifice, des longs rayonnements lancés par les appareils projecteurs de nos officiers d'artillerie, des feux électriques de l'Observatoire. Des milliers de spectateurs avaient gravi la montagne pour jouir de ce spectacle féerique et pour visiter les instruments colossaux de l'Observatoire. Pour moi, je suis encore sous une impression bien différente, et pourtant grandiose aussi, celle de cette vaste coupole d'Eiffel, vue de l'intérieur. Elle abrite l'équatorial de Gautier, porté par deux grands piliers en pierre de la Turbie; la lunette, de 18^m de longueur focale, porte un objectif de $0^m,76$ de diamètre, fondu par la maison Feil et taillé par les frères Henry. L'effet de perspective qu'on y subit est si frappant, qu'en considérant l'extrémité supérieure de cette lunette, dressée verticalement, elle me semblait toute mince, et je ne pouvais croire qu'elle eût le diamètre susdit. Il a fallu, pour rétablir l'équilibre de mon jugement, m'apporter le couvercle de l'objectif et me faire voir que les diamètres des deux bouts étaient bien les mêmes. Je n'étais pas familiarisé avec de pareilles proportions. Involontairement, je me reportais au temps où, à l'observatoire de Paris, je faisais mes observations avec l'équatorial de Gambey, dont la lunette serait trop petite pour servir de simple chercheur à celle de Nice. Alors nous entendions parler des merveilles du Ciel que les Anglais, les Américains, les Russes découvraient et décrivaient grâce à leurs télescopes géants. Nous aussi, nous parlions des satellites d'Uranus, mais sans les avoir jamais vus, des nébuleuses en spirales, de ces amas merveilleux de soleils où nous ne pouvions rien distinguer. En revanche, chez nous, l'Astronomie théorique avait son plein essor; héritier des travaux de La-

grange, de Laplace, de Poisson, le Bureau des Longitudes développait les théories de tous les membres du système solaire et construisait les Tables dont se servent aujourd'hui les navigateurs et les astronomes de tous les pays; mais nous ne savions rien *de visu* de l'univers. Nous calculions bien les orbites des étoiles doubles (Savary, Villarceau, etc.), mais sur des observations venues de l'étranger.

» Ce n'étaient pourtant pas les constructeurs de génie qui manquaient à la France. A l'époque dont je parle, nous avions Cauchoix, Lerebours, Gambey, Brunner père, les Feil, etc. Plus tard vinrent les frères Brunner, Secrétan, Eichens, Foucault, qui donna chez nous un si grand essor à l'optique, les frères Henry, Gautier, Eiffel, etc., qui nous auraient mis en état de surpasser l'étranger si l'État l'avait commandé. Enfin un homme s'est dit : pourquoi s'adresser toujours à l'État? Est-il donc impossible de marcher sans les lisières officielles? Je veux essayer, moi, et donner à la Science française ce qui lui manque. Cet homme a su réunir en un faisceau toutes les forces actuelles pour les faire concourir à son œuvre. Son entreprise, loin d'avorter, a réussi d'une manière grandiose. Emporté par son idée à ne rien ménager, M. Bischoffsheim a doté finalement l'Astronomie française de ce qu'elle désirait en vain depuis un siècle.

» Au cours du banquet qui, avant-hier, marquait la clôture de nos délibérations, M. Bischoffsheim nous a raconté lui-même l'histoire de cette création. Il l'a dite avec une bonne grâce et une modestie qui ont enlevé tous les suffrages. Il semblait dire aux gens de Nice : « Vous voyez bien » que je n'ai pas été mû par une ambition politique. Ce n'est pas moi qui » ai désigné Nice : c'est votre beau ciel, la pureté sans rivale de votre » atmosphère, la merveilleuse situation de cette montagne dont vous avez » la photographie sous les yeux, qui l'ont emporté sur toutes les stations » rivales. Ceux qui ont choisi Nice, parce que je voulais placer mon obser- » vatoire sous le plus beau climat de France, ce sont mes amis du Bureau des » Longitudes : d'Abbadie, le grand explorateur de l'Abyssinie, le général » Perrier, chef de la Géodésie française, Lœwy, le savant sous-directeur » de l'observatoire de Paris. »

» Quelques-uns l'avaient soupçonné, en effet, d'être mû par une secrète ambition : il prouvait péremptoirement, par ce charmant discours, qu'il n'avait eu qu'une chose en vue, la Science, la Science française. Pour moi, Messieurs, je n'étais pas, au fond du cœur, d'accord avec cette modestie; je trouvais que la plus noble manière d'appeler à soi tous les suffrages, c'était de faire quelque chose de grand pour le pays. Quand l'ambition prend cette forme-là, c'est un noble sentiment, au-dessus duquel il faut

placer pourtant celui qui a animé M. Bischoffsheim, c'est-à-dire l'amour désintéressé de la Science.

» Il y a mieux encore, et je veux parler d'un sentiment plus élevé que n'ont suggéré ni les suffrages des populations, ni ceux du Congrès ou des Académies, c'est la pensée venue du cœur d'ouvrir cet observatoire à tous les savants qui ont des travaux à faire, mais qui manquent de moyens matériels que l'État ne saurait leur donner. Ici, à Nice, tout savant, de quelque provenance qu'il soit, s'il a des recherches sérieuses à entreprendre, est sûr d'être accueilli avec une libéralité sans égale. Je n'ai besoin de rappeler à ce sujet qu'un seul nom, celui de M. Thollon. Ses beaux travaux ne seront pas perdus pour la Science. Quelque prix qu'il faille y mettre, ils auront une large place dans les Annales de l'observatoire de M. Bischoffsheim.

» Dans ce banquet final nous avons eu le plaisir d'entendre le savant Président du Congrès, le général espagnol Ibañez, porter la santé de M. le Président de la République; M. Fœrster, directeur de l'observatoire de Berlin, prononcer l'éloge de la Science française en des termes qui ont été couverts d'applaudissements; M. le Secrétaire perpétuel de l'Association internationale, M. le Dr Hirsch, émettre les idées les plus élevées de confraternité scientifique; M. le général Ferrero parler, pour l'Italie, avec les accents les plus sympathiques.... Revenu ce matin même de Nice, il me serait difficile de donner en ce moment plus de détails sur cette série de journées si bien et si utilement employées. Que l'Académie me permette de terminer ici cette espèce de compte rendu bien superficiel en consignant les noms des États dont les délégués avaient choisi à Berlin, en 1886, l'observatoire de Nice pour lieu de réunion de cette année, dans la pensée de rendre hommage à cette création. Ce sont, par ordre alphabétique :

» L'Autriche, la Bavière, la Belgique, le Danemark, l'Espagne, la France, la ville libre de Hambourg, la Hesse, l'Italie, la Norvège, les Pays-Bas, le Portugal, la Prusse, la Roumanie, la Russie, la Saxe, la Suède, la Suisse et le Wurtemberg. »

CHIMIE. — *Nouvelles fluorescences à raies spectrales bien définies.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran**.

« En prenant la galline (fortement calcinée) comme dissolvant solide, on obtient des fluorescences généralement beaucoup moins vives que par l'emploi de l'alumine, mais les résultats sont de même ordre; car une violente calcination de la matière a pour effet de transformer les bandes

fluorescentes en raies distinctes et de déterminer une marche des groupes spectraux vers le rouge.

» *Galline et samarine.* — De la galline, contenant $\frac{1}{50}$ de samarine et modérément calcinée (entre les fusions de Ag et de Cu), donne une assez faible fluorescence dont le spectre ne diffère que peu de celui de l'alumine samarifère [1] semblablement préparée.

$Ga^2O^3 + \frac{1}{50} Sm^2O^3$. *Modérément calciné.*

	Mon micromètre.	λ.	Observations.
Bande rouge.	»	»	Très faible. Non mesurable, mais paraissant occuper à peu près la même position que dans le spectre Sm de renversement : soit 86,32 milieu (λ = 643,4).
Bande orangée. α.	*Vers* 91,11	»	Bord gauche très vague.
	97,07 env.	599,3	Maximum ou raie nébuleuse d'intensité modérée.
	Vers 99,70	»	Bord droit, très nébuleux.
Bande verte. β.	*Vers* 104,73	»	Bord gauche, très nébuleux.
	107,75 *env.*	564,4	Milieu apparent d'une bande assez faible.
	Vers 110,30	»	Bord droit. *Nébuleux.*

» Après énergique calcination, la même matière produit une assez belle fluorescence, beaucoup moins intense et de teinte plus rouge que celle de $Al^2O^3 + Sm$. Le spectre contient des bandes faibles, ainsi que des raies bien définies et plus intenses. La fluorescence s'affaiblit si l'on prolonge l'action du courant électrique. Je décrirai seulement ici les raies principales :

$Ga^2O^3 + \frac{1}{50} Sm^2O^3$. *Très fortement calciné.*

Mon micromètre.	λ.	Observations.
γ 91,03	623,2	Raie nébuleuse. Assez grosse. Bien marquée.
β 92,72	616,2	Raie nébuleuse. Un peu plus grosse que 91,03. Plus nébuleuse à droite qu'à gauche. Un peu plus forte que 91,03.
δ 94,95	607,0	Raie nébuleuse, mais moins que 91,03 et moins grosse. Très facilement visible, quoique notablement plus faible que 91,03.
α 106,67	567,7	Raie un peu nébuleuse ou presque étroite. Bien moins grosse et moins nébuleuse que les raies orangées. Très bien marquée. Un peu plus forte que 92,72.

(1) Voir *Comptes rendus*, p. 259, 1er août 1887.

» *Galline et terre* $Z\alpha^2 O^3$. — On a employé la même $Z\alpha^2 O^3$ qui avait servi à l'étude de la fluorescence $Al^2 O^3 + Z\alpha$ (¹).

» De la galline contenant $\frac{1}{50}$ de $Z\alpha^2 O^3$ donne, après très forte calcination, une fluorescence d'un blanc jaunâtre, plus brillante que celle de $Ga^2 O^3 + Sm$, mais moins que celle de $Al^2 O^3 + Z\alpha$. Cette fluorescence s'affaiblit assez rapidement sous l'action du courant induit. Le spectre contient beaucoup de raies et de bandes, dont la plupart se répartissent entre deux grands groupes situés l'un dans le jaune et l'autre dans le bleu. Ces groupes dérivent évidemment des bandes $Z\alpha$ de renversement : 104,9 et 147,5, avec subdivision en raies, ou bandes, distinctes et transport vers le rouge. Je décrirai seulement ici les principales raies, ou bandes.

$Ga^2 O^3 + \frac{1}{50} Z\alpha^2 O^3$. *Très fortement calciné.*

	Mon micromètre.	λ.	Observations.
	97,92	596,3	Raie presque étroite, mais se projetant sur une nébulosité qui la relie à la raie suivante. Très bien marquée.
	98,23	595,2	Milieu des deux raies.
	98,54	594,2	Raie semblable à 97,92, mais un peu plus marquée.
	99,72	590,2	Raie un peu nébuleuse. Assez grosse. Paraît être double. Très facilement visible sur le fond éclairé, mais beaucoup moins vive que la double 98,23.
	100,94 environ	586,0	Raie nébuleuse, mais pas aussi grosse que 99,72. Un peu plus faible que 99,72.
α	102,05 environ	582,2	Raie *nébuleuse*. Assez grosse. Très liée à la raie 103,06. Paraît presque étroite au premier instant mais s'empâte rapidement. Assez forte. Sensiblement plus marquée que la double 98,23.
	102,56 environ	580,5	Raie étroite, ou presque étroite et bien marquée, au premier instant, mais disparaissant ensuite dans la nébulosité.
	103,06	578,8	Raie presque étroite d'abord. Devient ensuite plus nébuleuse sans atteindre la grosseur de 102,05. Assez forte.

Nota. Depuis la double raie 98,23 jusqu'à la raie 103,06, il y a un fond de lumière nébuleuse croissant beaucoup de gauche à droite et acquérant un assez vif éclat entre les raies 102,05 et 103,06.

(¹) *Comptes rendus*, 8 août 1887, p. 301.

	Mon micromètre.	λ.	Observations.
	133,40	501,5	Raie un peu nébuleuse, mais pas très grosse. Bien marquée quoique notablement plus faible que la double 98,23.
	135,75 environ	497,0	Commencement nébuleux, quoique pas vague, d'une bande un peu plus vive sur sa droite que sur sa gauche. Bien marquée. Pas plus éclairée que 133,40, mais un peu plus apparente à cause de sa largeur. Paraît être composée de raies indistinctes.
	138,00	492,7	Milieu apparent de la bande.
	140,25 environ	488,7	Fin nébuleuse, mais pas vague.
β	142,37	485,0	Milieu apparent d'une grosse raie. Nébuleuse, surtout à gauche. Très facilement visible, quoique sensiblement plus faible que 133,40.
	144,32 *environ*	481,7	Commencement *très nébuleux* d'une bande croissant rapidement de gauche à droite et se terminant à la raie 147,38. Porte au moins deux raies dont la plus forte est la plus voisine de la raie 147,38. Ces deux raies n'ont pu être mesurées. L'ensemble est facilement visible.
	147,38	476,5	Raie presque étroite, formant arête de la bande précédente. Plus étroite et un peu plus faible que 133,40.

» *Galline et terre* $Z\beta^2O^3$. — La galline additionnée de $\frac{1}{50}$ de $Z\beta^2O^3$ (contenant des traces de $Z\alpha$) donne, après très forte calcination, une image atténuée de la fluorescence $Ga^2O^3 + Z\alpha$ et seulement une faible bande verte située non loin de la bande verte $Z\beta$ de renversement. Déjà, nous avons vu que, dans l'alumine fortement calcinée, la fluorescence $Z\beta$ est moins développée que celle de $Z\alpha$; dans la galline, cette différence s'accentue encore; du moins, n'ai-je pas réussi à obtenir de spectre notable avec $Ga^2O^3 + Z\beta$.

» *Alumine et oxyde de praséodyme.* — Le praséodyme dont je me suis servi a été préparé par M. Demarçay : il ne contient qu'une assez faible proportion de néodyme.

» De l'alumine, additionnée d'un peu de Pr^2O^3 et modérément calcinée. ne donne pas de fluorescence appréciable, ou à peine un léger rosâtre. Après très forte calcination de la même matière, il se développe une belle fluorescence dont la couleur varie beaucoup avec le temps qui s'est écoulé depuis l'établissement du courant induit. Au premier instant, la fluores-

cence est d'un violet clair, lequel, après quelques secondes, fait place à un beau rose ([1]). En face du centre de l'électrode active, au point le plus chauffé, la matière fluoresce alors en jaune rosâtre. Le spectre renferme les raies ci-dessous décrites; quelques autres raies, ou bandes, plus faibles; un éclairage continu assez vif couvrant le vert, le bleu et l'indigo; un fond de lumière nébuleuse dans l'orangé; enfin, une image affaiblie des raies propres à l'alumine chargée de néodyme. Lorsque le changement de teinte de la fluorescence se produit, on voit le fond du spectre se renforcer dans l'orangé, tandis qu'il s'affaiblit dans le bleu et dans l'indigo. Je décrirai seulement ici les principales raies de l'alumine chargée de Pr et observée quelques secondes après la fermeture du courant induit.

Al^2O^3 + *un peu de* Pr^2O^3. *Très fortement calciné.*

Mon micromètre.	λ.	Observations.
85,85	645,7	Raie très nébuleuse. Large de 2 divisions environ. Très facilement visible. Est sensiblement moins marquée au premier instant.
α. 90,90	623,7	Raie nébuleuse. Assez grosse, mais beaucoup moins que 85,85. Assez forte. Sensiblement moins forte au début.
β. 92,72	616,2	Raie nébuleuse. Légèrement plus nébuleuse et légèrement plus grosse que 90,90. Très bien marquée, mais très notablement moins forte que 90,90. Est sensiblement moins marquée au premier moment.
95,89 env.	603,5	Raie nébuleuse. Très facilement visible. A peu près aussi vive que 85,85, mais très légèrement moins apparente vu sa plus faible largeur. Moins grosse que 90,90. Est d'abord sensiblement moins marquée.
124,20	521,2	Raie nébuleuse, mais moins grosse que 90,90. Est d'abord assez faible, puis devient très facilement visible et presque égale à 95,89.

» Il est assez curieux de voir les raies fluorescentes de l'alumine chargée de praséodyme gagner en éclat quand on prolonge un peu l'action du courant induit; c'est l'effet inverse qui s'observe ordinairement, ainsi que je l'ai déjà fait remarquer. Presque toujours, pour bien mesurer les raies, il faut ne faire passer chaque fois le courant que pendant une petite fraction de seconde; ici, au contraire, il vaut mieux le laisser agir pendant plusieurs secondes. »

([1]) Le rose apparaît aussi dès qu'on chauffe extérieurement le tube.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de s'occuper des questions relatives à la Médaille Arago.

Cette Commission doit comprendre trois Membres choisis dans les Sections de Sciences mathématiques, trois Membres choisis dans les Sections de Sciences physiques et le Bureau de l'Académie.

Les Membres qui ont obtenu le plus de voix sont :

Pour les Sections de Sciences mathématiques : MM. Hermite, Faye et Fizeau;

Pour les Sections de Sciences physiques : MM. Fremy, de Quatrefages et Peligot.

En conséquence, la Commission se composera de MM. **Janssen**, **Hervé Mangon**, **Bertrand**, **Pasteur**, **Hermite**, **Faye**, **Fizeau**, **Fremy**, **de Quatrefages** et **Peligot**.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Stephanos Cyparissos** soumet au jugement de l'Académie une Note portant pour titre : « Sur les systèmes associatifs de nombres complexes ».

(Commissaires : MM. Hermite, Darboux.)

M. **Ch. Brame** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Analyse qualitative. Essais, au moyen des réactifs de la voie aériforme ».

(Renvoi à la Section de Minéralogie.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une Brochure intitulée : « Table des positions géographiques des principaux lieux du globe, par MM. *Daussy*, *Darondeau* et *de la Roche-Poncié*, continuée par le Vice-Amiral *Cloué* ». Extrait de la *Connaissance des Temps pour* 1889. (Présentée par M. Faye.)

2° Le Tome I[er] de la « Théorie mécanique de la chaleur », de *R. Clausius* (deuxième édition), traduite par MM. *F. Folie* et *E. Ronkar*.

3° Un Mémoire de M. *L. Lecornu*, intitulé : « Sur les surfaces possédant les mêmes plans de symétrie que l'un des polyèdres réguliers ». (Extrait des *Acta mathematica* de M. *Mittag-Leffler*.)

4° Deux Ouvrages présentés par M. L. Lalanne et portant pour titres : « La Statistique géométrique », par M. *E. Cheysson*, et « Album de Statistique graphique de 1886 », publié par le Ministère des Travaux publics.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète* (270) *Peters, faites à l'observatoire d'Alger, au télescope de* $0^m,50$; par MM. **Rambaud** et **Sy**.

Dates. 1887.	Étoiles de comparaison.	Grandeur.	Planète — Étoile. Ascension droite.	Planète — Étoile. Déclinaison.	Nombre de compar.	Observ.
			m s	′ ″		
Oct. 14.....	W_1, n° 184, 1^h	9	−2.27,41	+10. 1,5	10:10	R.
14.....	»	»	−2.28,04	+ 9.56,7	10:10	S.
15.....	W_1, n° 179, 1^h	8	−3.11,25	+ 5.15,1	10:10	R.
15.....	»	»	−3.13,34	+ 4.59,5	10:10	S.
17.....	W_1, n° 62, 1^h	8,9	+1.51,81	+ 0.12,4	10:10	R.
17.....	»	»	+1.50,77	+ 0. 4.9	10:10	S.

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1887.	Étoiles.	Ascension droite moyenne pour 1887,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne pour 1887,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Oct. 14......	*a*	1.13.57,92	+3,02	+11.35.34,7	+15,7	W_1
15......	*b*	1.13.44,99	+3,02	+11.33. 7,3	+15,8	W_1
17......	*c*	1. 6.49,79	+3,05	+11.23.33,2	+16,3	W_1

Positions apparentes de la planète.

Dates. 1887.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Oct. 14........	8.57.24	1.11.33,53	$\bar{1}.497_n$	+11.45.51,9	0,609
14........	9.21.51	1.11.32,90	$\bar{1}.436_n$	+11.45.47,1	0,553
15........	8.52. 5	1.10.36,76	$\bar{1}.496_n$	+11.38.38,2	0,611
15........	9.52.17	1.10.34,67	$\bar{1}.318_n$	+11.38.22,6	0,588
17........	9. 2.39	1. 8.44,65	$\bar{1}.448_n$	+11.24. 1,9	0,605
17........	9.24.41	1. 8.44,01	$\bar{1}.383_n$	+11.23.54,4	0,597

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète* (271) *Knorre, faites à l'observatoire d'Alger, au télescope de* $0^m,50$; par MM. **Rambaud** et **Sy**.

Dates. 1887.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Planète — Étoile. Ascension droite.	Planète — Étoile. Déclinaison.	Nombre de compar.	Observ.
			m s	′ ″		
Oct. 20....	*a* W_1, n° 42, 1^h..........	9	+3.37,52	+0.24,1	8:10	S
21....	*b* $\frac{\text{Lamont n}^\circ 169 + W_1, \text{n}^\circ 55}{2}$	10	+1. 4,35	+9.40,1	14:14	R
21....	*b* Id.	»	+1. 3,07	+9.36,2	10:10	S
22....	*c* W_1, n° 55, 1^h..........	7	+1.24,25	−3.26,5	12:12	R
22....	*c* Id.	»	+1.23,30	−3.29,8	10:10	S
24....	*d* W_1, n° 62, 1^h..........	8,9	−0.33,79	+5.49,8	16:10	S
24....	*d* Id.	»	−0.34,44	+5.43,1	16:10	R

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles.	Ascension droite moyenne pour 1887,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne pour 1887,0.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″	
a.........	1. 5.39,07	+3,03	+11.44.52,5	+16,5	W_1.
b.........	1. 7.32,22	+3,04	+11.31.54,1	+16,4	Lamont, W_1.
c.........	1. 6.23,60	+3,04	+11.41. 3,5	+16,5	W_1.
d.........	1. 6.49,79	+3,04	+11.23.33,2	+16,5	W_1.

Positions apparentes de la planète.

Dates. 1887.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Oct. 20........	12. 7.36	1. 9.19,62	$\bar{1}$,059	+11.45.33,1	0,575
21........	8.38.59	1. 8.39,61	$\bar{1}$,469$_n$	+11.41.50,6	0,605

Dates 1887.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Oct. 21.........	9.26. 2	1.8.38,33	$\bar{1},321_n$	+11.41.46,7	0,588
22.........	9.14.33	1.7.50,89	$\bar{1},347_n$	+11.37.53,5	0,591
22.........	9.40.39	1.7.49,94	$\bar{1},235_n$	+11.37.50,2	0,583
24.........	8.49.43	1.6.19,04	$\bar{1},399_n$	+11.29.39,5	0,598
24.........	9.13.58	1.6.18.39	$\bar{1},312_n$	+11.29.32,8	0,590

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les transformations rationnelles des courbes algébriques.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Darboux.

« On sait de quelle importance est la théorie des substitutions birationnelles qui transforment l'une dans l'autre deux courbes algébriques. Je me propose dans cette Note d'étudier les substitutions simplement rationnelles

$$(1) \qquad x = \varphi(x', y'), \qquad y = \psi(x', y'),$$

qui permettent de passer d'une courbe algébrique

$$(2) \qquad f(x, y) = 0$$

à une autre courbe

$$(3) \qquad F(x', y') = 0;$$

autrement dit (les deux courbes étant supposées indécomposables), à un point (x', y') de (3) correspond un point, et un seul, de (2), mais la réciproque n'est pas nécessairement vraie.

» Soient

p le genre de (2);
p' le genre de (3);
$J_i(x, y)$ une intégrale de première espèce de la courbe (2) :

$$J_i(x, y) = \int \frac{P_i(x, y)\, dx}{f'y}.$$

» La substitution (1) transforme J_1 en une intégrale de première espèce J'_i de la courbe (3), et, par suite,

$$(4) \qquad \frac{P_i(x, y)}{f'y} dx = \frac{\lambda_1 P'_1(x', y') + \lambda_2 P'_2(x', y') + \ldots + \lambda_{p'} P'_{p'}(x', y')}{F'y'} dx';$$

on en conclut, en raisonnant comme M. Picard pour le cas des substitutions birationnelles (voir *Comptes rendus*, septembre 1886), que, *si p est supérieur à* 1, *on ne peut passer de* (2) *à* (3) *par une substitution rationnelle dépendant algébriquement d'un paramètre;* on voit, de plus, que p' est au moins égal à p.

» Ce point établi, supposons d'abord que p soit nul; on peut écrire

$$(5)\qquad x = g(t), \qquad y = h(t),$$

avec la condition

$$t = k(x, y),$$

g, h et k étant rationnels.

» D'après les formules (1), t sera fonction rationnelle de (x', y'), et inversement, si t est fonction rationnelle du point analytique (x', y'), les égalités (5) définissent une correspondance rationnelle entre les deux courbes. *On peut donc toujours passer d'une courbe de genre* 0 *à une courbe quelconque par une infinité de substitutions rationnelles; ces substitutions renferment une fonction rationnelle arbitraire du point* (x', y') *de la seconde courbe.*

» Passons au cas où $p = 1$, et ramenons la courbe (2) à la forme

$$y = \sqrt{(1 - x^2)(1 - k^2 x^2)}.$$

» L'égalité (4) devient

$$(4')\qquad \frac{dx}{\sqrt{(1 - x^2)(1 - k^2 x^2)}} = \frac{\lambda_1 P'_1(x', y') + \ldots + \lambda_{p'} P'_{p'}(x', y')}{F'_{y'}} dx';$$

si cette équation est vérifiée par une fonction rationnelle du point (x', y'), les $2p'$ périodes de J'_1 (qui dépendent linéairement des p' indéterminées λ) sont respectivement de la forme

$$m\omega + n\omega',$$

ω et ω' désignant les deux périodes de J_1, m et n deux entiers. On ne peut satisfaire à ces conditions pour une courbe (3) quelconque; dans le cas particulier où (3) coïncide avec (2), il vient

$$(4'')\qquad \frac{dx}{\sqrt{(1 - x^2)(1 - k^2 x^2)}} = \frac{\lambda_1\, dx'}{\sqrt{(1 - x'^2)(1 - k^2 x'^2)}};$$

λ_1 doit être un entier n, et pour chaque valeur de n l'équation (4″) définit une classe de substitutions rationnelles dépendant d'une constante.

» On déduit de là qu'*on ne peut en général passer d'une courbe de genre* 1

à une courbe quelconque par une transformation rationnelle; si le fait est possible, il existe une infinité de substitutions rationnelles qui jouissent de la même propriété; elles dépendent au moins d'une constante et d'un entier arbitraires; elles peuvent renfermer plusieurs entiers arbitraires, mais *ne sauraient dépendre d'un second paramètre*, comme on le démontre aisément.

» Soit enfin $p > 1$. Si la courbe (2) *n'est pas hyperelliptique*, on peut, comme on sait, trouver deux courbes adjointes $P_1 = 0$, $P_2 = 0$, ayant sur la courbe (2) (en dehors de ses points singuliers) un point commun *et un seul;* soit $P_3 = 0$ une troisième courbe adjointe; on doit avoir

$$(6)\qquad \left\{\begin{aligned} \frac{P_1(x,y)}{P_3(x,y)} &= \frac{\lambda_1 P'_1(x',y') + \ldots + \lambda_{p'} P'_{p'}(x',y')}{\nu_1 P'_1(x',y') + \ldots + \nu_{p'} P'_{p'}(x',y')},\\ \frac{P_2(x,y)}{P_3(x,y)} &= \frac{\mu_1 P'_1(x',y') + \ldots + \mu_{p'} P'_{p'}(x',y')}{\nu_1 P'_1(x',y') + \ldots + \nu_{p'} P'_{p'}(x',y')},\end{aligned}\right.$$

les lettres λ, μ, ν désignant des constantes convenablement choisies. Pour tout point (x', y') de (3), les courbes (6) et (2) ont (en dehors des points A) un point commun, et *un seul*. Exprimons qu'il en est ainsi; nous obtenons certaines relations algébriques pour déterminer les rapports des quantités λ, μ, ν. Ces équations peuvent être compatibles, mais ne sont jamais indéterminées; sinon, on pourrait passer de (2) à (3) par des substitutions rationnelles dépendant algébriquement d'un paramètre. Cette conclusion subsiste si la courbe (2) est hyperelliptique; ramenons-la, en effet, à la forme

$$y = \sqrt{R(x)};$$

on a, dans ce cas,

$$(4''')\qquad x = \frac{\lambda_1 P'_1(x',y') + \ldots + \lambda_{p'} P'_{p'}(x',y')}{\nu_1 P'_1(x',y') + \ldots + \nu_{p'} P'_{p'}(x',y')},$$

et par suite

$$y = \sqrt{R_1(x',y')};$$

si l'on exprime que y est une fonction rationnelle du point analytique (x', y') et que (x, y) parcourt (2) quand (x', y') parcourt (3), on obtient certaines relations algébriques entre les λ, ν, et le raisonnement s'achève comme plus haut. *Il ne peut donc exister qu'un nombre fini de substitutions rationnelles qui transforment une courbe algébrique de genre plus grand que l'unité en une courbe donnée* ».

ARITHMÉTIQUE. — *On suppose écrite la suite naturelle des nombres; quel est le* $(10^{1000})^{ième}$ *chiffre écrit?* Note de M. **Ém. Barbier.**

« 1. Pour écrire tous les nombres inférieurs à 11, il faut 11 fois 1 caractère; il faut 111 fois 2 caractères pour écrire les nombres inférieurs à 111; 1111 fois 3 caractères pour écrire tous les nombres inférieurs à 1111.

» Généralement, il faut, pour écrire tous les nombres inférieurs au nombre qui s'écrit par $(n+1)$ chiffres 1 consécutifs, un nombre de caractères égal au produit de n par le nombre de $(n+1)$ chiffres 1 consécutifs.

» La suite des nombres qui précèdent le nombre de 665 chiffres 1 emploie le nombre (*irréalisable*) de caractères

$$664 \times 11111111\ldots = 73777\ldots77704,$$

nombre de 667 chiffres dont 663 sont des 7.

» 2. Pour écrire les nombres inférieurs à un nombre écrit par 997 chiffres 1 consécutifs, il faut un nombre de caractères déterminé par les mille chiffres 110666...666556; c'est moins que 10^{1000}.

» Pour les nombres inférieurs à 10^{997}, il faut, comme l'indique un exercice de l'Arithmétique de M. J. Bertrand, 996888...888889 caractères; c'est encore moins que 10^{1000}.

» Pour les nombres inférieurs à celui de 998 chiffres 1 consécutifs, il faut un nombre de caractères marqué par 1001 chiffres, savoir

$$110777\ldots777667;$$

c'est plus que 10^{1000}.

» La différence des deux premiers nombres est un nombre de 1000 chiffres 886222...222333 divisible par 997 et donnant pour quotient 888...889. La différence des deux derniers est aussi un nombre de 1000 chiffres, savoir : 110888...888778 égal au produit $998 \times 1111\ldots111$.

» 3. Il manque au nombre 996888...888889 pour atteindre 10^{1000} un nombre de 998 chiffres 3111...111.

» Si nous connaissions le quotient N de ce nombre par 998 et le reste L de la division, le L^{ième} chiffre du nombre $10^{997}+N$ serait le $(10^{1000})^{ième}$ chiffre de la suite naturelle des nombres.

» 4. Le nombre auquel nous voulons donner la forme $998N + L$ est le neuvième de $28 \times 10^{997} - 1$.

» C'est 28×10^{997} que nous diviserons par 998; ou, plutôt, $\frac{1}{998}$ que nous réduirons en décimales :

$$0,001002004\ldots280561\ldots501002004\ldots280561\ldots.$$

La période est de 498 chiffres.

» Ces chiffres s'obtiennent aisément par suite de la relation

$$\frac{1000}{998} = 1 + \frac{2}{998}.$$

» Le neuvième de 280561122244488977... nous donnera

$$\begin{array}{l} N = 31173458027165441\ldots2816744600 \\ \quad\;\; 311734\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots674460 \end{array}$$

plus une fraction complémentaire

$$0,0311734\ldots - 0,0001111\ldots;$$

on doit attribuer au reste la valeur $L = 31$, car $\frac{31}{998}$ donne la valeur de la fraction décimale 0,031062....

» 5. Le quotient N a 995 chiffres, c'est-à-dire deux périodes moins 1 chiffre. Il nous reste à trouver le trente et unième chiffre du nombre

$$1003117345802716544199510131373\ldots74460.$$

C'est un 3; donc le $(10^{1000})^{\text{ième}}$ chiffre de la suite naturelle est un 3, le $L^{\text{ième}}$ chiffre de $10^{997} + N$.

6. Nous pouvons conclure du calcul précédent que le reste de la division du nombre 1000 chiffres 10777...777667 par 998 serait 998 — 31 ou 967. Le quotient de cette division serait le nombre de 997 chiffres obtenu en retranchant N + 1 du nombre qui s'écrit par 997 chiffres 1 consécutifs. Sans calcul pourraient être écrits les 997 chiffres du quotient, comme j'écris les premiers et les derniers 1070037653...36650.

» 7. Nous écrirons tous les chiffres de la période donnée par la fraction $\frac{1}{998}$ et par le neuvième de 280561... qui nous donne les chiffres de N.

$$\begin{array}{ll} f = \frac{1}{998} = 0,0^{*} & 0100200400801603206412825651130 \\ & 260521042084168336673346693386 \\ & 7735470941883767535070140 \\ \left\{\begin{array}{r} \text{Suite de } f \\ N = \end{array}\right. & \begin{array}{l} 2805611222444889779559118236472 \\ \;311734580271654419951013137385 \end{array} \\ \left\{\begin{array}{l} \text{Suite de } f \\ \text{Suite de N} \end{array}\right. & \begin{array}{l} 945891783567134268537074148296 \\ 882876864840792696504119349810 \end{array} \end{array}$$

Suite de f	5931863727454909819639278557 11
Suite de N	73257626363838788688488o872856
Suite de f	422845691382765531062124248496
Suite de N	824760632375862836784680472055
Suite de f	993987975951903807615230460921
Suite de N	221554219550211534179470051213
Suite de f	843687374749498997995991983967
Suite de N	538187486083277666443999109329
Suite de f	935871743486973947895791583166
Suite de N	770652415942997105321754620351
Suite de f	332665330661322645290581162324
Suite de N	814740592295702516143397906924
Suite de f	649298597194388777555110220440
Suite de N	961033177466043197506123357826
Suite de f	881763527054108216432865731462
Suite de N	764640391894900912936985081273
Suite de f	925851703406813627254509018036
Suite de N	658427967045201514139389890892
Suite de f	072144288577154308617234468937
Suite de N	896904920953017145401914940993
Suite de f	875751503006012024048096192384
Suite de N	097305722556223558227566243598
Suite de f	769539078156312625250 5*0100200
Suite de N	307726564239590291694 5 0011133
Suite de f	400801603206412825651302605210
Suite de N	377866844800712536183478067245
Suite de f	420841683366733466933867735470
Suite de N	602315742596303718548207526163
Suite de f	941883767535070140280561....
Suite de N	437987085281674460031173....

» Les astérisques limitent les 498 chiffres qui composent la première période de la valeur en décimales de $\frac{1}{998}$.

» 6 virgules peuvent couper cette période en 6 points distants de 83 chiffres, la somme des 6 fractions décimales ainsi indiquées après les virgules est 3.

» 8. Le $(10^{10})^{\text{ième}}$ chiffre de la suite des nombres est le premier de 1111111111. Le $(10^{100})^{\text{ième}}$ est 5, le $46^{\text{ième}}$ chiffre de la suite périodique, sauf le dernier chiffre, de

*213243546576879910*213...*213...*213...*213...*2132436.

» Le nombre écrit par 2 suivi de 98 chiffres donne 46 pour reste à la division par 99.

» 9. Le nombre de chiffres que nous avons supposés écrits 10^{1000} est absolument irréalisable. En effet, 10^{1000} millimètres cubes est un espace infini, pour ainsi dire; la lumière en 100000 ans ne s'est encore répandue que dans un espace moindre que 10^{72} millimètres cubes. Multiplié par un nombre supérieur au nombre des étoiles dont on a le soupçon, cet espace ne dépasserait pas 10^{80} millimètres cubes, et la place de 10^{1000} chiffres occupant chacun 1^{mmc} serait à l'espace où la lumière a pu se répandre dans un rapport plus grand que cet espace lumineux à 1^{mmc}. Cependant il nous a été possible de déterminer sûrement le $(10^{1000})^{\text{ième}}$ chiffre de la suite des nombres naturels supposée, ce qui n'est et ne peut être réel, écrits dans le système décimal. *Ce* $(10^{1000})^{ième}$ *de la suite de caractères* 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, ..., *est un* 3, trente et unième chiffre du nombre $10^{997} + \text{N}$ dont nous avons les 998 chiffres

$$1^*003117\ldots446^*003117\ldots4460,$$

prêts à être écrits en ordre. Nous ne pouvons dire que *tout le rationnel est réel.* »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'aimantation par influence.* Note de M. **P. Duhem**, présentée par M. Darboux.

« *Équations différentielles qui déterminent* φ. — La fonction φ satisfait en tous les points d'un corps dénué de force coercitive à l'équation aux dérivées partielles du second ordre

$$\begin{aligned}
&\left\{1 + 4\pi\lambda\left[\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial z}\right)^2\right]\right\}\Delta\varphi \\
&\quad + 2\frac{\partial\lambda\left[\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial z}\right)^2\right]}{\partial\left[\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial z}\right)^2\right]} \\
&\quad \times\left[\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x}\right)^2\frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2} + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial y}\right)^2\frac{\partial^2\varphi}{\partial y^2} + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial z}\right)^2\frac{\partial^2\varphi}{\partial z^2}\right. \\
&\qquad\left. + 2\frac{\partial\varphi}{\partial y}\frac{\partial\varphi}{\partial z}\frac{\partial^2\varphi}{\partial y\,\partial z} + 2\frac{\partial\varphi}{\partial z}\frac{\partial\varphi}{\partial x}\frac{\partial^2\varphi}{\partial z\,\partial x} + 2\frac{\partial\varphi}{\partial x}\frac{\partial\varphi}{\partial y}\frac{\partial^2\varphi}{\partial x\,\partial y}\right] = 0.
\end{aligned}$$

» En tous les points de la surface de séparation d'un corps dénué de force coercitive et d'un milieu non magnétique, la fonction φ vérifie

l'équation différentielle

$$\left\{1 + 4\pi\lambda\left[\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial z}\right)^2\right]\right\}\frac{\partial\varphi}{\partial N_i} + \frac{\partial\varphi}{\partial N_e} = 0.$$

» En tous les autres points, elle satisfait à des conditions qui sont les mêmes que dans la théorie de Poisson.

» *Existence d'une solution.* — Les équations précédentes expriment simplement l'égalité à zéro de la variation première de la fonction $\mathcal{F}$, pour des variations arbitraires $\delta\mathcal{A}$, $\delta\mathcal{B}$, $\delta\mathcal{C}$ données en chaque point des corps dénués de force coercitive aux composantes de l'aimantation.

» Or on peut écrire

$$\mathcal{F} = \mathrm{E}(\mathrm{U} - \mathrm{TS}) + \iiint \mathcal{F}(\mathfrak{M})\,dx_1\,dy_1\,dz_1 + \iiint \mathcal{F}(\mathfrak{M})\,dx_2\,dy_2\,dz_2 + \frac{h}{8\pi}\iiint\left[\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial z}\right)^2\right] dx\,dy\,dz,$$

la première intégrale triple s'étendant aux aimants permanents, la deuxième aux corps dénués de force coercitive, la troisième à tout le système.

» Les deux premiers termes forment un ensemble invariable, le quatrième est toujours positif; si donc $\mathcal{F}(\mathfrak{M})$ est toujours positif, on pourra, en répétant le raisonnement par lequel Riemann démontre le principe de Dirichlet, prouver que les équations de l'équilibre magnétique admettent une solution. On arrive ainsi à la proposition suivante :

» *Pour les corps magnétiques et paramagnétiques, on est assuré que le problème de l'aimantation par influence admet une solution.*

» *Il existe une seule solution : elle correspond à un équilibre stable.*

» Lorsqu'on fait varier $\mathcal{A}$, $\mathcal{B}$, $\mathcal{C}$ de $\delta\mathcal{A} = a\,\delta t$, $\delta\mathcal{B} = \mathfrak{e}\,\delta t$, $\delta\mathcal{C} = c\,\delta t$, δt étant une constante positive et infiniment petite, φ varie de $v\,\delta t$, et $\mathfrak{M}$ de $m\,\delta t$. La variation seconde de $\mathcal{F}$ peut alors s'écrire

$$\delta^2\mathcal{F} = \frac{h\,\delta t^2}{8\pi}\iiint\left[\left(\frac{\partial v}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial z}\right)^2\right] dx\,dy\,dz + \delta t^2\iiint\left\{\frac{a^2 + b^2 + c^2}{\mathrm{F}(\mathfrak{M})} - m^2\,\frac{\mathfrak{M}\,\dfrac{\partial\,\mathrm{F}(\mathfrak{M})}{\partial\mathfrak{M}}}{[\mathrm{F}(\mathfrak{M})]^2}\right\} dx_2\,dy_2\,dz_2,$$

la première intégration s'étendant à tout le système et la seconde aux corps dénués de force coercitive.

» Pour les corps diamagnétiques, le signe de $\delta^2 \mathcal{F}$ est impossible à préciser sans données numériques; mais les renseignements que l'on possède sur les corps magnétiques permettent d'affirmer que, pour ces corps, $\delta^2 \mathcal{F}$ est toujours positif. Il en résulte qu'il n'y a sur ces corps qu'une seule distribution réglée par les équations précédentes, et que cette distribution correspond à un état d'équilibre stable.

» *Instabilité de l'équilibre d'une masse magnétique en présence d'aimants permanents.* — Une masse magnétique soumise à l'action d'aimants permanents et fixes, de la pesanteur et d'une pression extérieure normale et uniforme, sera en équilibre stable si, pour toute modification virtuelle de sa position ou de son aimantation, la variation seconde de son potentiel thermodynamique est positive.

» Si l'on prend pour modification virtuelle une translation infiniment petite dans laquelle l'aimantation de chaque particule demeure invariable, on trouve que la variation seconde, que nous désignerons dans ce cas par $\delta_1^2 \mathcal{F}$, est négative, en général, et nulle dans le cas particulier où les trois composantes de l'action totale exercée par les aimants permanents sur la masse magnétique demeurent constantes dans la translation considérée.

» Si l'on prend pour modification virtuelle une translation durant laquelle l'aimantation varie de manière à vérifier constamment les équations de l'équilibre magnétique, on a

$$\delta^2 \mathcal{F} = \delta_1^2 \mathcal{F} - \delta_2^2 \mathcal{F},$$

$\delta_2^2 \mathcal{F}$ étant la variation seconde de $\mathcal{F}$ pour la modification virtuelle dans laquelle l'aimantation subirait la même variation que dans la précédente, sans déplacement de la masse magnétique. Si la distribution magnétique est stable sur la masse supposée immobile, $\delta_2^2 \mathcal{F}$ est certainement positif. Donc :

» *S'il existe une position d'équilibre pour une masse magnétique ou diamagnétique placée sous l'action des forces que nous avons indiquées et si de plus l'aimantation demeure stable lorsqu'on maintient cette masse dans cette position, l'équilibre de cette masse est un équilibre instable.*

» Sir W. Thomson, en ne considérant que le premier genre de modifications virtuelles, avait été amené à penser qu'une masse diamagnétique pouvait être maintenue en équilibre stable par des aimants permanents. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Déclinaisons et inclinaisons magnétiques observées en Tunisie par la Mission hydrographique* 1884-1886. Communiquées par M. Bouquet de la Grye.

(Observateurs : MM. **Héraud**, **Hanusse**, **Bouillet**, Ingénieurs hydrographes, et **Muret de Pagnac**, Enseigne de vaisseau.)

Lieux.	Déclinaison occidentale.	Observateurs.	Inclinaison.	Observateurs.	Longitude E.	Latitude N.
	° ′		° ′		° ′ ″	° ′ ″
Cap Serrat..........	11.52	Ha.	»	»	6.53. 5	37.13. 9
Bizerte.............	11.43	Ha.	53.45	Ha.	7.32.20	37.16.20
Ile Plane............	11.35	P.	»	»	7.59.25	37.10.48
La Goulette.........	11.31	P.	53. 8	Ha.	7.57.24	36.48.29
Ilot Zembretta.......	11.18	P.	»	»	8.32. 7	37. 6.20
Hammamet..........	11.19	P.	52.37	Ha.	8.16. 0	36.24. 2
Hergla..............	11.27	Ha.	»	»	8.10.15	36. 1.45
Sousse..............	11.20	Ha.	51.58	Ha.	8.16. 2	35.49.56
Monastir............	11.15	Ha.	51.44	Ha.	8.29.47	35.45.19
Mahdia.............	11. 8	Ha.	51.25	Ha.	8.43.52	35.29.59
Ras Kapudiah.......	11. 1	P.	»	»	8.49. 7	35.13.59
Sidi Mansur.........	11. 8	B.	»	»	8.31.38	34.47.46
Sfax................	11.11	P.	50.41	Hé.	8.25.32	34.44. 4
Sidi Yussuf (île Kerkenna occidentale).	11. 2	Hé.	»	»	8.38. 2	34.39.12
Ungha..............	11.18	P.	»	»	8. 4.24	34.27.59
La S'rira (baie Surkennis)..........	11.20	P.	»	»	7.45.13	34.17.14
Gabès..............	11.21	P.	49.34	Hé.	7.46.38	33.53.27
Bordj Djilidj. (Ile de Djerba)	11.10	B.	»	»	8.24.32	33.53. 7
Humt-Suk... (Ile de Djerba)	11. 6	Ha.	»	»	8.31.22	33.52.56
Ras el Hems.........	10.59	Hé.	»	»	8.47.54	33.21. 7
Ras Ajdir...........	10.50	P.	»	»	9.13. 6	33. 9.51

RADIOPHONIE. — *Sur des récepteurs radiophoniques à sélénium à grande résistance constante*. Note de M. **E. Mercadier**.

« J'ai décrit dans les *Comptes rendus*, en 1881, une forme particulière de récepteur radiophonique à sélénium dans laquelle une très mince couche de sélénium est déposée pendant sa fusion sur la tranche de deux rubans minces métalliques séparés par une bande de papier.

» Cette forme avait deux inconvénients : 1° il n'était guère possible de donner à la couche de sélénium une épaisseur uniforme et déterminée, de telle sorte que des appareils construits dans les mêmes conditions offraient des résistances électriques très variables dont on n'était pas maître; 2° la couche mince de sélénium s'écaillait assez facilement, d'où résultait un changement dans la résistance de l'appareil.

» Dès 1881 j'essayai la disposition suivante, exempte de ces inconvénients.

» Sur deux lames de laiton est enroulée une feuille de papier d'amiante : on les juxtapose ensuite et on les fixe à l'aide de deux petites traverses en ébonite ou en ivoire; puis, en se servant d'une vis à double filet, on enroule sur le bloc ainsi constitué deux fils de laiton ou de platine formant deux spirales parallèles séparées par un intervalle constant d'environ 1^{mm} : les bouts des spirales sont fixés aux deux lames de laiton. L'appareil est ensuite chauffé jusqu'à une température suffisante pour qu'un crayon de sélénium promené à la surface fonde sans difficulté, et dépose entre les deux fils une couche d'épaisseur déterminée, consolidée par eux, et reposant sur un fond d'amiante isolant. Le tout est placé au fond d'une boîte fermée par une lame de vrere.

» Un premier appareil de ce genre, construit par M. Duboscq en 1881 pour le laboratoire de l'École Polytechnique, a servi depuis ce temps à toutes sortes d'expériences radiophoniques. Il a conservé pendant six ans une constance remarquable dans ses effets; sa résistance électrique, d'environ 300 000 unités, ne varie pas.

» D'autres appareils, construits depuis de la même manière, présentent la même résistance et la même stabilité. En faisant varier le pas de la double vis qui sert à enrouler les fils en hélice, on fait varier la résistance des appareils à volonté, mais il est difficile de la diminuer au-dessous de 100 000 unités.

» Ce sont donc des récepteurs radiophoniques à grande résistance, destinés surtout à fonctionner dans le cas où le circuit extérieur de la pile qui les anime est lui-même très résistant. C'est ainsi qu'en produisant des sons radiophoniques dans un téléphone ordinaire intercalé dans un circuit comprenant une pile de quelques éléments Daniell et l'un des récepteurs cidessus, l'intensité de ces sons n'est pas sensiblement altérée lorsqu'on introduit dans le circuit des résistances de 10 000 à 20 000 unités : on obtient ainsi de bons effets, par exemple sur une ligne télégraphique de 800^{km} de longueur, ainsi que j'ai pu m'en assurer.

» J'indiquerai prochainement l'application d'appareils de ce genre à la télégraphie multiple à grandes distances. »

CHIMIE. — *Recherches sur l'application du pouvoir rotatoire à l'étude des composés formés par l'action du molybdate d'ammoniaque sur les solutions d'acide tartrique.* Note de M. **D. Gernez**, présentée par M. Debray.

« J'ai montré, dans une Communication précédente ([1]), que les solutions d'acide tartrique, mises en contact avec un grand nombre de substances sans action propre sur la lumière polarisée peuvent éprouver des modifications qui se traduisent par un changement considérable dans la nature et la grandeur de leur pouvoir rotatoire, qui peut devenir trente, quarante et jusqu'à soixante fois plus grand qu'il n'était avant l'addition de ces substances. J'ai fait voir que l'on pouvait arriver à une interprétation relativement simple des phénomènes, si l'on comparait entre eux les résultats obtenus en faisant agir, sous le même volume et à la même température, sur un poids donné d'acide tartrique, des poids d'une autre substance représentant des fractions ou des multiples simples d'équivalents, et j'ai indiqué les nombres relatifs à l'action qu'exercent sur une solution d'acide tartrique droit des poids de molybdate de soude graduellement croissants. L'inspection de ces nombres conduit aux remarques suivantes : 1° lorsqu'on ajoute à $1^{éq}$ d'acide tartrique des poids de molybdate de soude progressivement croissants jusqu'à $0^{éq},5$, les rotations sont rigoureusement proportionnelles aux quantités de molybdate de soude; 2° pour des quantités de molybdate de soude comprises entre $0^{éq},5$ et $1^{éq}$, les rotations augmentent encore de quantités à peu près égales pour des additions égales; mais la valeur absolue de l'augmentation est différente; 3° lorsque le poids de molybdate de soude atteint $1^{éq}$, la rotation prend une valeur maxima qui n'éprouve qu'une très faible diminution pour des additions ultérieures de molybdate de soude qui peuvent aller jusqu'à $7^{éq}$.

» On peut interpréter ces résultats en admettant que, dès que la première quantité de molybdate de soude est mise au contact de l'acide tartrique, elle se combine en totalité avec une partie de cet acide ([2]) pour

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CIV, p. 783.

([2]) Le pouvoir rotatoire de ces composés étant très grand par rapport à celui de l'acide tartrique, l'action de l'acide tartrique non combiné est assez faible pour que, dans la différence des rotations correspondant à deux expériences consécutives, elle soit de l'ordre des erreurs expérimentales.

donner un composé de pouvoir rotatoire beaucoup plus grand que celui de l'acide, composé qui continue à se former à chaque addition nouvelle de molybdate de soude jusqu'à ce que le poids total soit de $\frac{1}{2}$ équivalent.

» Ce composé serait formé de $1^{éq}$ d'acide tartrique uni à $\frac{1}{2}$ équivalent de molybdate de soude et serait représenté par la formule

$$C^8H^6O^{12}\tfrac{1}{2}(NaO\,MoO^3).$$

» L'addition de nouvelles quantités de sel donnerait lieu à la formation d'un nouveau composé, de pouvoir rotatoire plus considérable, qui coexisterait dans le liquide avec une partie du premier jusqu'à la complète transformation de celui-ci. Ce résultat serait atteint lorsque tout l'acide tartrique se serait uni à $1^{éq}$ de molybdate de soude. Ce nouveau composé $C^8H^6O^{12}NaOMoO^3$ aurait une stabilité assez grande pour n'être que très peu modifié par l'addition de l'autre équivalent de molybdate de soude.

» J'ai étudié par le même procédé et avec le même dispositif expérimental l'action qu'exerce le molybdate d'ammoniaque sur les solutions d'acide tartrique droit; les expériences ont été un peu plus laborieuses en raison de la coloration assez rapide des solutions par suite de la réduction du molybdate d'ammoniaque. On trouvera dans le Tableau suivant les résultats d'expériences effectuées toutes à la même température de 17° avec des solutions d'acide tartrique droit, contenant $2^{gr},5$ d'acide tartrique, additionnées de quantités de molybdate d'ammoniaque qui ont varié depuis $\frac{1}{128}$ d'équivalent jusqu'à $1^{éq},5$ avec la quantité d'eau nécessaire pour amener le volume à occuper 100^{cc}; la rotation donnée par la solution d'acide tartrique seul était 0°21′ dans un tube de 105^{cm} de longueur.

Quantités de molybdate d'ammoniaque	$0^{gr},161$	$0^{gr},322$	$0^{gr},482$	$0^{gr},644$	$0^{gr},965$	$0^{gr},288$	$1^{gr},931$	$2^{gr},575$	$3^{gr},8625$
Équivalents de ce sel pour $1^{éq}$ d'acide tartrique	$\frac{1}{128}$	$\frac{2}{128}$	$\frac{3}{128}$	$\frac{4}{128}$	$\frac{6}{128}$	$\frac{8}{128}$	$\frac{12}{128}$	$\frac{16}{128}$	$\frac{24}{128}$
Rotations	1°2′	1°41′	2°21′	2°57′	4°5′	5°3′	6°52	8°49′	13°22′
Variations de la rotation pour des poids égaux	41′	39′	40′	36′	34′	29′	28′	29′	34
Quantités de molybdate d'ammoniaque	$5^{gr},150$	$6^{gr},4375$	$6^{gr},866$	$7^{gr},725$	$9^{gr},0125$	$10^{gr},300$	$15^{gr},450$	$20^{gr},600$	$30^{gr},900$
Équivalents de ce sel pour $1^{éq}$ d'acide tartrique	$\frac{32}{128}=\frac{1}{4}$	$\frac{40}{128}$	$\frac{42,66}{128}=\frac{1}{3}$	$\frac{48}{128}$	$\frac{56}{128}$	$\frac{64}{128}$	$\frac{96}{128}$	$\frac{128}{128}=1$	$\frac{192}{128}=1,5$

Rotations........	17°38′	19°50′	20°39′	20°36′	20°35	19°47	17°28′	16°44′	16°33′
Variations de la rotation pour des poids égaux.....	32′	16′	18′	—0′,56	—0′,12	—6′	—4′,34	—1′,37	—0′,17

» L'examen de ces nombres conduit aux remarques suivantes : 1° Les premières rotations croissent de quantités rigoureusement égales lorsqu'on ajoute des poids égaux de molybdate d'ammoniaque jusqu'à $\frac{1}{32}$ d'équivalent; au delà, les nombres s'écartent un peu de la proportionnalité pour des additions de molybdate d'ammoniaque atteignant jusqu'à $\frac{1}{4}$ d'équivalent. 2° Pour des quantités de sel comprises entre $\frac{1}{4}$ et $\frac{1}{3}$ d'équivalent, l'augmentation de rotation rapportée au même poids de sel change brusquement et devient à très peu près moitié de ce qu'elle était. 3° On observe un maximum dont la grandeur est 57 fois la rotation de l'acide tartrique et qui correspond à un poids de molybdate d'ammoniaque égal à $\frac{1}{3}$ d'équivalent; la rotation reste sensiblement constante pour des variations du poids de sel s'étendant de $\frac{42,66}{128}$ à $\frac{56}{128}$ d'équivalent. 4° Pour des quantités plus grandes la rotation diminue rapidement et prend une valeur à peu près constante quand le poids de sel atteint $1^{\text{éq}}$.

» Ces résultats peuvent être interprétés comme ceux qui sont relatifs au molybdate de soude : le molybdate d'ammoniaque, ajouté peu à peu à l'acide tartrique en excès, se combinerait en totalité jusqu'à ce que le poids de sel fût de $\frac{1}{4}$ d'équivalent et formerait une combinaison

$$C^8H^6O^{12} + \tfrac{1}{4}(7MoO^3 3AzH^4O, 4HO),$$

laquelle se transformerait, par des additions ultérieures, en un autre composé $C^8H^6O^{12} + \frac{1}{3}(7MoO^3, 3AzH^4O, 4HO)$, de pouvoir rotatoire supérieur et relativement plus stable. Ce dernier, au lieu de persister, quelle que fût la quantité de sels ajoutée, comme le composé à rotation maxima donné par le molybdate de soude, se détruirait lorsque les additions de sel dépasseraient $\frac{7}{8}$ d'équivalent et se transformerait en un troisième composé tout à fait stable, formé à équivalents égaux d'acide tartrique et de molybdate d'ammoniaque $C^8H^6O^{12} + 7MoO^3, 3AzH^4O, 4HO$.

» Ainsi, dans les expériences relatives à l'action de l'acide tartrique sur les molybdates de soude et d'ammoniaque, les composés correspondant à la rotation maxima contiennent, dans le cas du premier sel, $1^{\text{éq}}$, et seulement $\frac{1}{3}$ d'équivalent dans le cas du second; mais, si l'on considère que l'équivalent de molybdate d'ammoniaque contient $3^{\text{éq}}$ de base, on recon-

naît que la rotation maxima correspond à la formation de composés qui, pour $1^{éq}$ d'acide, contiennent tous deux $1^{éq}$ de base. »

CHIMIE. — *Action de l'hydrogène sulfuré sur les sels de cobalt.* Note de M. **H. Baubigny**, présentée par M. Debray.

« V. J'ai fait voir que la présence de petites quantités d'acide acétique modifie moins profondément l'action de l'hydrogène sulfuré sur la liqueur de sulfate de cobalt que sur celle du même sel de nickel; mais si, au lieu d'acide acétique, on ajoute de l'acide sulfurique et, en général, un acide fort, cette différence tend à disparaître. Ainsi, pour les deux métaux, il ne se produit aucune réaction, même après plusieurs jours, à la température ordinaire, quand le poids d'acide sulfurique libre est moitié de celui contenu dans le sel. Toutefois, on doit opérer avec des solutions renfermant au moins $0^{gr},150$ de sulfate par litre; car, pour une richesse saline sensiblement inférieure à celle indiquée, l'acidité devient alors presque négligeable et l'hydrogène sulfuré recouvre partie de son activité chimique, dans le cas du cobalt surtout, dont la solution noircit beaucoup plus rapidement que celle du nickel.

» Il va de soi que, dans ce qui précède, il s'agit des conditions initiales; car, dans l'action de l'acide sulfhydrique sur une solution de sulfate *neutre à l'origine*, l'acidité va en augmentant avec la durée de l'expérience, aussi bien pour le cobalt que pour le nickel, puisque la quantité d'acide mis en liberté augmente proportionnellement avec le poids du sulfure formé.

» Il me suffit de rappeler la première expérience où l'on a constaté qu'après dix jours il ne restait plus que 12^{mgr} de sulfate de cobalt sur les 400^{mgr} employés. C'est que le sulfure de cobalt intervient dans la réaction, comme cela a lieu pour le nickel ([1]). En effet, que, dans cette expérience, on enlève, au bout d'un temps quelconque, le sulfure formé, et la réaction s'arrête; cela est naturel, puisque, en réalité, on se retrouve dans les conditions initiales d'une solution acide de sulfate; tout comme, inversement,

---

([1]) Mes recherches sur le cadmium, le zinc, le fer, etc., m'ont amené à cette conclusion que ce fait est général. Ce phénomène formera le sujet d'une étude particulière, où je passerai en revue l'action des divers sulfures métalliques sur les sels des différents métaux.

la transformation du sulfate de cobalt en sulfure commence, pour continuer progressivement si l'on ajoute à une solution de ce sulfate saturée par l'acide sulfhydrique et acidulée par un excès d'acide sulfurique, un poids de sulfure du métal, à peu près proportionnellement équivalent à celui de SO^3 libre. Le mode opératoire pour réaliser ces expériences est identique à celui que j'ai décrit lors de l'exposé de mes recherches sur le nickel.

» VI. Mais puisque pour le cobalt comme pour le nickel, ainsi que je l'ai établi, la transformation du sulfate en sulfure est d'autant plus rapide que la tension du gaz sulfhydrique dissous est plus grande, il était vraisemblable que l'élévation de température devait produire sur la solution sulfhydrique de cobalt la même action que pour le nickel.

» En effet, une solution de $0^{gr},200$ de sulfate de cobalt dans 140^{cc} d'eau saturée à 0° par l'hydrogène sulfuré ne renfermait plus, après six heures à 100° et en vase clos, que $0^{gr},003$ de sulfate. L'action est donc fort nette. Toutefois, en comparant les résultats avec ceux obtenus avec le nickel, il est aisé de remarquer que, si pour le nickel la transformation en sulfure est presque absolue dans ces conditions, une précipitation aussi parfaite ne paraît pas se produire dans le cas du cobalt.

» L'expérience comparative confirme ce fait. De deux dissolutions, l'une de cobalt, l'autre de nickel, chacune à $0^{gr},410$ de sulfate neutre, dans 410^{cc} d'eau saturée à 0° par le gaz sulfhydrique, et chauffées en vases clos, la seconde seule, après six heures à 100°, est complètement transformée en sulfure, et celle de cobalt renfermait encore $7^{gr},3$ de sulfate, soit $2^{gr},5$ pour le volume de 140^{cc} employé dans les essais précédents.

» En rapprochant ce fait de celui qu'une solution de sulfate neutre de nickel, saturée par l'hydrogène sulfuré, donne *à froid* plus de sulfure au bout de quelques jours qu'une solution *identique* de sulfate de cobalt dans les mêmes conditions, il semblerait donc que, si, comme je l'ai prouvé, les sels de cobalt se transforment plus aisément en sulfure que ceux de nickel, lorsque la solution est neutre et fort peu acide, au contraire, l'action inverse a lieu lorsque l'acidité augmente.

» VII. S'il en est ainsi, la différence entre les poids de sulfures de nickel et de cobalt formés doit s'accentuer davantage, si l'on opère avec des solutions de sels neutres, plus riches que celles employées précédemment, car l'acidité sera proportionnelle à la quantité de sulfate décomposé. De plus, comme j'ai prouvé que, pour un même milieu, la limite de précipitation est atteinte plus rapidement à chaud qu'à la température ordinaire, faisons l'expérience en nous aidant de cet artifice.

» Deux liqueurs, l'une de sulfate de cobalt, l'autre de sulfate de nickel, renfermant $1^{gr},200$ de sel dans 140^{cc}, sont portées à 100° pendant trois heures en vase clos, après avoir été saturées à 0° par le gaz sulfhydrique. Or, tandis qu'après ce temps les eaux mères de la solution de cobalt renfermaient encore $0^{gr},041$ de sulfate, celles de nickel ne renfermaient plus que $0^{gr},006$ de sel soluble. La différence s'exagère encore plus si l'on opère dans un milieu légèrement acidulé au préalable par de l'acide sulfurique.

» IX. La conséquence naturelle de ce fait est qu'il doit falloir, pour empêcher totalement la formation du sulfure de cobalt à 100°, une quantité d'acide libre, relativement moindre que celle nécessaire pour s'opposer à la décomposition du sulfate de nickel, toutes les autres conditions étant identiques dans les deux cas.

» En effet, tandis que $0^{gr},400$ de sulfate de nickel dissous dans 140^{cc} d'eau saturée à 0° par le gaz sulfhydrique, et renfermant $0^{gr},515$ d'acide SO^3 libre, c'est-à-dire deux fois et demie le poids de l'acide du sel en présence, donnent, après huit heures, à 100° en vase clos, un poids de sulfure correspondant à $0^{gr},218$ de sulfate, on a un précipité sensiblement nul de sulfure dans une solution *identique* de cobalt, après le même temps.

» Or, comme j'ai démontré que, pour une concentration variant entre les limites de 2^{gr} à 8^{gr} de sulfate par litre, une solution de nickel doit être additionnée d'un poids d'acide SO^3 libre, égal à environ *cinq* fois celui de l'acide du sel dissous, pour ne plus précipiter par l'hydrogène sulfuré à 100°, on voit que la limite de réaction à 100°, entre les sulfates de ces deux métaux et le gaz sulfhydrique en présence d'un excès d'acide sulfurique, correspond pour le nickel à un état relatif d'acidité plus grand que pour le cobalt.

» Donc, si les lois de transformation des sulfates en sulfures par l'action de HS sont les mêmes pour le cobalt et le nickel, dans leurs généralités, du moins, en *liqueur neutre ou fort peu acide, le sel de cobalt se sulfure plus rapidement* que celui de nickel, et, lorsque l'acidité relative du liquide augmente, la marche de la réaction change; *en liqueur acide, c'est le sulfate de nickel* qui se transforme le plus aisément, à condition toutefois que cette acidité ne soit pas telle à l'origine, qu'elle mette obstacle à toute réaction.

» Cette différence est si nette, qu'on la retrouve même en présence des acides faibles. Ainsi, alors que sur une liqueur de sulfate neutre de cobalt renfermant seulement de petites quantités d'acide acétique, l'hydrogène

sulfuré agit plus rapidement à froid, toutes choses égales d'ailleurs, que sur une solution identique de nickel, comme je l'ai démontré; au contraire, si le poids d'acide acétique contenu dans la liqueur est élevé, auquel cas l'acide de la chaleur est nécessaire, c'est le nickel qui se précipite toujours plus facilement. J'ai fait voir, en effet, qu'à 100° et en vase clos, $0^{gr},200$ de sulfate de nickel dans 140^{cc} d'un liquide saturé à 0° par HS, et formé par le mélange de 3 parties d'eau et 1 partie d'acide cristallisable, en poids, sont précipités complètement comme sulfure, au bout de quatre à cinq heures. Or, dans les mêmes conditions, après six heures, le sel de cobalt n'a subi qu'une transformation partielle, puisqu'il restait encore 46^{mgr} de sulfate en solution. »

CHIMIE. — *Sur les phosphites d'ammoniaque*. Note de M. **L. Amat**, présentée par M. Debray.

« Dans ses recherches sur les phosphites, Wurtz a décrit trois genres de sels de la forme $(PhO^3HO)2MO$, $(PhO^3HO)MOHO$, et enfin un plus acide $(PhO^3HO)^3, 2MO, 4HO$. Ces sels sont en général très difficiles à préparer, parce qu'ils cristallisent mal et dans des liqueurs sirupeuses.

» Les phosphites monométalliques des métaux alcalins sont inconnus; le seul composé ammoniacal décrit par Wurtz est le phosphite diammonique $(PhO^3HO), 2AzH^4O + 2HO$.

» J'ai pu obtenir le sel $(PhO^3HO)\,AzH^4O, HO$ qui, je crois, n'a jamais été étudié, bien qu'on puisse le préparer très facilement en beaux cristaux et d'une pureté parfaite, ce qui est assez rare avec les phosphites.

» Pour obtenir ce phosphite mono-ammonique, il suffit de saturer une dissolution d'acide phosphoreux par de l'ammoniaque à équivalents égaux, ce que l'on fait très simplement au moyen du *méthylorange*. La dissolution ainsi obtenue est évaporée jusqu'à ce qu'une goutte cristallise par refroidissement, ou bien, si l'on a calculé à l'avance la quantité de sel qui doit se former, jusqu'à ce que la dissolution ait un poids supérieur de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{5}$ à celui du sel ; si l'on évaporait sans précaution, on pourrait le décomposer, comme on le verra plus loin. Par refroidissement, on obtient de magnifiques cristaux, que l'on fait égoutter sous une cloche au-dessus de l'acide sulfurique et que l'on dessèche ensuite dans le vide sec, ou mieux à 100°.

» C'est un sel déliquescent qui se dépose sans eau de cristallisation, qu'on l'obtienne soit par le procédé que je viens de décrire, soit par évaporation d'une dissolution à la température ordinaire et dans le vide; les cristaux semblent être des prismes appartenant au système clinorhombique.

» L'analyse du sel desséché à 100° a donné pour 100 :

Ph....................	31,4
AzH^3..................	16,8

En calculant d'après la formule $(PhO^3HO)AzH^4O, HO$, on trouve pour 100 :

Ph....................	31,3
AzH^3..................	17,2

» Il est très soluble dans l'eau. 1gr d'eau dissout :

	Sel.
A 0°.................	1,71
A 14°,5................	1,90
A 31°..................	2,60

et, à partir de là, la solubilité croît avec une très grande rapidité.

» Maintenu à 100°, le sel n'éprouve aucune altération; il fond vers 123°; mais la présence d'une très petite quantité d'eau abaisse considérablement cette température. Le sel commence alors à dégager un peu d'ammoniaque, et à 145° il en perd sensiblement la moitié sans que la moindre odeur d'hydrogène phosphoré se manifeste; par refroidissement, on obtient une masse gommeuse dans laquelle apparaissent quelquefois des houppes cristallines; à température plus élevée, l'hydrogène phosphoré se dégage ainsi que de l'ammoniaque, et il reste de l'acide phosphorique.

» On peut arriver facilement à ce phosphite au moyen du phosphite di-ammonique $(PO^3HO), 2AzH^4O, HO + 2HO$, en chauffant ce dernier à 100° ou, plus simplement, en le maintenant à la température ordinaire dans le vide sec; les cristaux s'effleurissent rapidement et, au bout de quelques jours, la perte de poids s'arrête complètement.

» C'est ainsi que 0gr,704 de ce sel ont perdu dans cinq jours 26,2 pour 100. La réaction

$$PhO^3, 2AzH^4O, HO + 2HO = (PhO^3HO)AzH^4OHO + 2HO + AzH^3$$

suppose une perte d'eau et d'ammoniaque égale à 26,1 pour 100.

» C'est l'eau qui s'échappe en premier; ainsi, au bout de vingt-trois heures, dans le vide sec, la perte d'eau était de 13,9 pour 100 et l'ammoniaque restant dans le sel de 24,5 pour 100; la réaction

$$(PhO^3HO), 2AzH^4O + 2HO = (PhO^3HO), 2AzH^4O + 2HO$$

exige une perte d'eau égale à 13,4 pour 100 et qu'il reste dans le sel 25,3 pour 100 d'ammoniaque.

» Wurtz avait observé déjà qu'à la température de 100° les $2^{éq}$ d'eau s'échappaient d'abord, puis que le sel diminuait constamment de poids en perdant de l'ammoniaque; et il est certain que, s'il avait continué à suivre la perte à 100°, il serait arrivé au phosphite mono-ammonique.

» Inversement, si l'on fait passer un courant d'ammoniaque sur ce phosphite mono-ammonique, l'ammoniaque n'est pas sensiblement absorbée à la température; mais vers 80° ou 100° l'absorption est très rapide et l'on obtient $(PhO^3HO), 2AzH^4O$ sous la forme d'une poudre blanchâtre. C'est ainsi qu'en faisant passer de l'ammoniaque sur le sel en gros cristaux, circonstance défavorable pour une absorption complète, j'ai obtenu pour $1^{gr},488$ une augmentation de poids de $0^{gr},225$, au lieu de $0^{gr},255$ que suppose la théorie.

» Je n'ai pas encore pu obtenir les sels correspondants pour la potasse et la soude; mais, d'après les observations que j'ai faites jusqu'ici, en particulier sur le phosphite de soude, ce sel paraît se maintenir liquide à la température ordinaire et se dédoubler en donnant le sel décrit par Wurtz sous le nom de *phosphite acide* $(PhO^3HO)^3, 2NaO, 4HO + HO$.

» Je compte d'ailleurs poursuivre cette étude. »

CHIMIE. — *Sur la production du carbonate double d'argent et de potassium.* Note de M. A. de Schulten, présentée par M. Fouqué.

« Plusieurs chimistes ont observé que le carbonate d'argent, obtenu par l'action d'un carbonate alcalin sur le nitrate d'argent, est tantôt jaune, tantôt blanc, et que le précipité blanc, dans la plupart des cas, prend la couleur jaune quand il est lavé par l'eau (¹). Ces faits m'ont suggéré l'idée de faire quelques expériences pour voir si la couleur blanche de ce précipité n'était pas due à une combinaison du carbonate d'argent avec du car-

(¹) Voir Gmelin, *Handbuch der anorganischen Chemie*, t. III, p. 916.

bonate alcalin, combinaison que l'eau de lavage transformerait en carbonate d'argent jaune en lui enlevant le carbonate alcalin. Le résultat de ces expériences, que j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie aujourd'hui, confirme ces prévisions.

» En effet, si l'on verse un peu d'une solution de nitrate d'argent dans une solution concentrée de carbonate de potassium, additionnée de bicarbonate de potassium, il se produit un précipité amorphe blanc jaunâtre qui, au bout de quelque temps, se transforme en cristaux blancs, microscopiques, d'un carbonate double d'argent et de potassium, et ces cristaux se décomposent en devenant jaunes si l'on étend d'eau la liqueur où ils se sont formés.

» Pour préparer ce nouveau corps en cristaux aussi purs que possible, il convient d'opérer de la manière suivante. On dissout 150gr de carbonate de potassium desséché et pur dans 150cc d'eau, et après le refroidissement de la liqueur on y ajoute environ 15gr de bicarbonate de potassium pulvérisé. Lorsque la liqueur est saturée à froid par le bicarbonate, on filtre, on verse dans la liqueur filtrée une solution de 1gr de nitrate d'argent dans 25cc d'eau et l'on agite jusqu'à ce que le précipité jaunâtre soit entièrement transformé en cristaux blancs, ce qui ne demande que quelques minutes. Pour obtenir de plus grands cristaux, on chauffe la liqueur contenant le précipité cristallin jusqu'à ce que celui-ci soit complètement dissous. Par le refroidissement de la liqueur, le carbonate double d'argent et de potassium se dépose en jolis cristaux qui peuvent atteindre 2cm de longueur. Pendant qu'on chauffe la liqueur, on doit l'agiter constamment et la préserver contre la poussière; sans ces précautions, une petite partie du précipité est décomposée.

» Pour débarrasser les cristaux de l'eau mère, on les étale en couche mince sur une plaque de porcelaine poreuse. On n'arrive pas pourtant à les débarrasser complètement du carbonate de potassium adhérent, ainsi que le montrent les nombres suivants, fournis par l'analyse d'un échantillon qui a été purifié avec beaucoup de soin :

	Trouvé.	Calculé.
Ag^2O	54,09	55,97
K^2O	23,75	22,74
CO^2	21,56	21,29
	99,40	100,00

» Ces nombres conduisent à la formule simple $AgKCO^3$.

» Les cristaux sont parfaitement transparents et doués d'un éclat argenté. La lumière ne les noircit pas, sauf en présence de poussières organiques. Ils se décomposent instantanément au contact de l'eau, qui leur enlève complètement le carbonate alcalin. Le résidu est du carbonate d'argent jaune et opaque qui conserve la forme des cristaux.

» Si l'on chauffe les cristaux doucement, ils se transforment en un mélange de carbonate de potassium et d'oxyde d'argent; à une plus forte chaleur, ils perdent en outre de l'oxygène, et la perte totale s'élève à 14,76 pour 100 (calculée pour $AgKCO^3$, 14,51 pour 100).

» Le poids spécifique des cristaux est égal à 3,769.

» Les cristaux, vus au microscope, se présentent sous la forme de lamelles rectangulaires, parfois terminées par un pointement très voisin de 90°. La réfringence est à peu près celle de l'apatite. Les extinctions en lumière polarisée parallèle sont longitudinales. L'aplatissement a lieu parallèlement au plan des axes optiques. Le signe d'allongement est positif; la biréfringence maxima $(n_g - n_p)$ est égale environ à 0,0216.

» En substituant le carbonate de sodium au carbonate de potassium dans les opérations que je viens de décrire, j'ai observé la formation d'un carbonate double d'argent et de sodium cristallisé qu'il m'a été impossible d'isoler. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques sels d'aniline.* Note de M. A. **Ditte**, présentée par M. Debray.

« Les sels décrits dans cette Note sont formés par des acides métalliques presque insolubles daus l'eau, ou par des oxydants énergiques; ils ont été obtenus par voie de double décomposition.

» *Molybdate.* — Lorsqu'on mélange deux solutions concentrées et chaudes, l'une de molybdate d'ammoniaque, l'autre de chlorhydrate d'aniline, la dernière étant en excès, il y a double décomposition, la liqueur se trouble et se remplit bientôt de fines gouttelettes huileuses jaune clair, qui ne tardent pas à se solidifier en cristallisant. Cette matière se dissout d'ailleurs dans un excès d'eau bouillante et forme une solution brun clair qui, abandonnée au refroidissement, dépose au bout de quelques heures de beaux cristaux prismatiques transparents, associés en groupes rayonnés; ces cristaux, brillants et durs, se réduisent facilement en une poudre blanche; ils perdent de l'eau quand on les chauffe légèrement et se dé-

composent à température plus élevée; ils renferment

$$3MoO^3, C^{12}H^7Az, 5HO.$$

» *Tungstate.* — Un excès d'une solution concentrée de chlorhydrate d'aniline versé dans une dissolution bouillante de tungstate d'ammoniaque ne donne rien de particulier; si l'on ajoute un excès d'aniline, il s'en dissout un peu, mais la liqueur reste fortement acide; après avoir été fortement concentrée à chaud, elle dépose en se refroidissant des cristaux qui augmentent beaucoup en quelques heures; on trouve alors une abondante cristallisation d'aiguilles brillantes, transparentes, de plusieurs centimètres de longueur; soumises à l'action de la chaleur, elles perdent de l'eau, puis brûlent avec une flamme fuligineuse et laissent un résidu d'acide tungstique; elles sont très solubles dans l'eau et leur composition

$$4WO^3, C^{12}H^4(AzH^3), 3HO$$

correspond à celle du métatungstate d'ammoniaque

$$4WO^3, AzH^4O, 8HO.$$

» *Vanadate.* — Un mélange de solutions tièdes de vanadate d'ammoniaque et de chlorhydrate d'aniline contenant équivalents égaux des deux sels donne une liqueur rouge, acide au tournesol; elle dépose en se refroidissant de belles houppes formées par des aiguilles jaune de miel qui se colorent peu à peu sous l'influence de la lumière; portés au voisinage de 100°, ces cristaux laissent dégager une certaine quantité d'eau sans changer de forme, mais leur couleur passe au vert avec des reflets dorés; chauffés davantage, ils deviennent presque noirs et finissent par se décomposer; ils contiennent $2VO^5, C^{12}H^4(AzH^3), 8HO$, et, le premier effet de la chaleur étant de leur faire perdre 6HO, leur formule devient alors

$$2VO^5, C^{12}H^4(AzH^3), 2HO.$$

» En ajoutant une petite quantité d'aniline au mélange des deux solutions chaudes, il se forme un dépôt noir qu'on élimine par filtration, et il reste une solution brun rouge qui donne, au bout de quelques heures, de longues aiguilles brillantes et de la même couleur; elles perdent de l'eau quand on les chauffe, puis éprouvent une décomposition complète à température plus élevée; ces cristaux sont constitués par le sesquivanadate $3VO^5, 2C^{12}H^4(AzH^3), 18HO$.

» Enfin, si, après avoir mélangé équivalents égaux de vanadate d'ammoniaque et de chlorhydrate d'aniline, pris en solutions concentrées et froides, on ajoute peu à peu de l'aniline à la masse, en agitant constamment, il ne tarde pas à se former des petits cristaux jaunes; on les redissout en étendant la liqueur avec de l'eau froide, on verse de l'aniline jusqu'à ce qu'elle refuse de se dissoudre, on filtre, et l'on a une liqueur jaune présentant encore une réaction acide au papier de tournesol. Évaporée dans le vide au-dessus d'acide sulfurique, elle laisse dégager de l'aniline qui n'était que dissoute et qui va former du sulfate sur les bords du vase à acide sulfurique; elle se concentre beaucoup, puis elle donne naissance à de larges lames jaune clair, qui grimpent le long des parois. Ces cristaux sont formés par le vanadate neutre $VO^5 C^{12} H^4 (Az H^3), 2HO$; il se dépose en même temps quelques cristaux brun rouge du sel précédent.

» *Iodate.* — Quand on verse un excès de chlorhydrate d'aniline dans une solution froide et presque saturée d'iodate neutre d'ammoniaque, on voit se former, au bout de quelques instants, de très belles paillettes blanches et nacrées qui s'assemblent en groupes étoilés et finissent par envahir toute la liqueur. Lavés avec un peu d'eau froide et séchés sur de la porcelaine, ils donnent une belle matière cristallisée qui renferme

$$VO^5, C^{12} H^4 (Az H^3).$$

Cette combinaison est peu stable, elle se colore au bout de quelque temps sous l'influence de la lumière et devient noire à la surface, tout en demeurant très brillante; l'altération se propage peu à peu à l'intérieur des cristaux; cependant on peut les conserver quelque temps incolores ou blancs en opérant à l'abri de la lumière et à température peu élevée; cette matière, chauffée graduellement, ne parait subir aucune modification; elle détone tout d'un coup au-dessous du rouge en dégageant d'épaisses fumées d'iode et ne laissant qu'un faible résidu; la réaction serait très violente si l'on opérait sur une quantité un peu notable de matière.

» En remplaçant l'iodate neutre d'ammoniaque par le biiodate, l'altération est immédiate et la liqueur devient violette au bout de peu de temps; on obtient des dérivés colorés de l'aniline, mais pas de sel cristallisé.

» *Chlorate.* — Il est bien plus instable que l'iodate; une solution concentrée et froide de chlorate de soude mélangée avec du chlorhydrate d'aniline en excès dépose, au bout de quelques heures, des aiguilles qu'on sèche facilement sur de la porcelaine et qui constituent le chlorate d'ani-

line; mais elles s'altèrent très vite : même en opérant à l'abri de la lumière et au voisinage de zéro, je n'ai pu les obtenir tout à fait blanches. A la température ordinaire, elles noircissent en quelques instants, et détonent aux environs de 20° en laissant comme résidu des flocons légers et noirs. En remplaçant le chlorate de soude par une solution concentrée et froide de chlorate d'ammoniaque, je n'ai pu obtenir que des cristaux noirs partiellement décomposés.

» *Borate.* — Le biborate d'ammoniaque traité par le chlorhydrate d'aniline donne lieu, lui aussi, à une double décomposition, mais le produit qui se forme est bien plus facile à préparer directement; une solution saturée et bouillante d'acide borique dissout une grande quantité d'aniline; la liqueur filtrée chaude en présence d'un excès de base se trouble en refroidissant : elle dépose un peu d'aniline plus soluble à chaud qu'à froid; au bout de quelque temps on voit apparaître de belles lames blanches, transparentes, onctueuses au toucher; elles renferment

$$4BoO^3, C^{12}H^4(AzH^3), 4HO$$

et correspondent par leur composition au tétraborate d'ammoniaque

$$4BoO^3, AzH^4O, 7HO.$$

Ce borate perd de l'eau quand on le chauffe, puis il se boursoufle en dégageant des vapeurs alcalines; il s'enflamme à température plus élevée et laisse un résidu d'acide borique noirci par une petite quantité de charbon. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Formation d'alcool amylique normal dans la fermentation de la glycérine par le* Bacillus butylicus. Note de M. **Ed. Charles Morin**, présentée par M. Friedel.

« Dans les conditions de milieu et de température déterminées par M. Fitz, le *Bacillus butylicus* transforme la glycérine en alcools, glycol et acides.

» Aux alcools éthylique, propylique normal et butylique normal signalés dans les produits de la fermentation, il convient d'ajouter l'alcool amylique normal, que l'on peut aisément retirer, par distillation, des produits bouillant au-dessus du butylique.

» La proportion de cet alcool est très faible; tandis que le poids total des alcools bruts séchés s'élevait à 3028gr, le poids de l'alcool amylique renfermé dans ce produit n'a été que de 131gr, soit environ 4 pour 100 de la somme des alcools, un peu moins de 1 pour 100 de la glycérine employée.

» L'alcool obtenu bout à 137°-138° et fournit un iodure bouillant à 154°. Ces points d'ébullition correspondent à ceux de l'alcool amylique normal et de l'iodure de cet alcool.

» L'analyse et la densité de vapeur confirment ces résultats : l'alcool bouillant à 137°-138° a fourni à l'analyse :

	Trouvé.		Calculé pour $C^5H^{12}O$.
	I.	II.	
C pour 100	67,31	67,53	68,18
H »	13,74	13,91	13,64
O » par différence	18,89	18,56	18,18

» La densité de vapeur de l'alcool, prise avec l'appareil Meyer, a donné :

	Trouvé.	Calculé pour $C^5H^{12}O$.
I.	2.95	3,04
II.	3,03	»

» La détermination de la densité de vapeur de l'iodure fournit :

Trouvé.	Calculé pour $C^5H^{11}I$.
6,82	6,85

» L'indice de réfraction est, pour le corps bouillant à 137°-138°, de 1,414 à 13°,5 pour la raie du sodium. Les nombres de Rühlmann sont : raie A, 1,4060 à 10°; raie H, 1,4238 à 10°.

» Il suit donc, de l'ensemble de ces résultats, que le corps bouillant à 137°-138° est bien de l'alcool amylique normal produit aux dépens de la glycérine par le *Bacillus butylicus*.

» Il y a lieu de remarquer que les produits de cette fermentation sont tous normaux; il serait curieux de vérifier si c'est là une fonction propre au ferment lui-même.

» Je poursuis, d'ailleurs, cette étude commencée des produits de fer-

mentation de la glycérine, ainsi que l'étude des fermentations par le *Bacillus butylicus*. Je ferai connaître prochainement les résultats obtenus. »

ZOOLOGIE. — *Sur le système nerveux et l'appareil vasculaire des Ophiures.* Note de M. **L. Cuénot**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Au cours de recherches sur les Ophiures qui seront prochainement publiées, j'ai recueilli un certain nombre de faits nouveaux relatifs au système nerveux et à l'appareil vasculaire, qui font l'objet de cette Note préliminaire.

» *Système nerveux.* — Ce que l'on connaît du système nerveux peut se résumer en ceci : comme chez tous les Échinodermes, il comprend un anneau oral et cinq branches radiales, donnant un nerf à chaque ambulacre. En outre, Teuscher a vu dans une coupe de bras d'*Ophiolepis* deux nerfs se détachant du ruban radial et se rendant dans la vertèbre brachiale : c'est le seul anatomiste qui ait parlé de ces nerfs. Au point de vue histologique, tous les auteurs décrivent le système nerveux comme formé d'une couche de cellules nerveuses externes et d'une couche interne de fibrilles.

» En examinant le ruban nerveux après l'action de l'acide osmique et de l'eau distillée, on reconnaît qu'il est formé d'un épithélium à cellules allongées entre les bases desquelles courent des fibrilles nerveuses très fines; les noyaux épithéliaux se trouvent tous placés au-dessus de la zone fibrillaire et ce sont eux que MM. Teuscher et Kœhler ont décrits comme cellules nerveuses. Les rubans nerveux présentent donc exactement la même histologie chez les Ophiures et les Astéries.

» L'anneau nerveux, à part quelques nerfs ambulacraires, donne deux rameaux dans chaque interradius : l'un d'eux, le plus externe, va directement au gros muscle interradial externe; l'autre, plus long, se ramifie un certain nombre de fois pour donner une branche à chaque papille dentaire.

» Chez les Ophiures examinés, l'œsophage est en continuité directe avec l'anneau nerveux par une mince membrane parsemée de noyaux; cela rappelle les Astéries, chez lesquelles le ruban annulaire est continu (cellules épithéliales et fibrilles nerveuses) avec le tube digestif; mais chez les Ophiures, le rapport ne subsiste plus qu'à l'état de souvenir morphologique. Chez les Euryales (*Astrophyton*), l'œsophage reçoit des nerfs nombreux, unis en plexus, qui l'unissent à l'anneau nerveux, et qui représentent d'une autre façon le rapport si net chez les Astéries.

» Dans tous les genres examinés (*Astrophyton, Ophiocoma, Ophioglypha, Ophiothrix*) les nerfs radiaux donnent à chaque ossicule brachial une ou deux paires de nerfs, qui traversent le sinus vasculaire radial sous forme de septums; ces nerfs pénètrent dans l'ossicule, se ramifient plus ou moins régulièrement pour aller se terminer dans les muscles intervertébraux, agents actifs de la locomotion. Le nerf ambulacraire (qui se trouve sur une coupe verticale assez rapprochée de celle qui montre les nerfs brachiaux), après avoir rencontré l'ambulacre, forme un anneau qui l'entoure complètement; cet anneau, du côté interne, donne un nerf qui longe l'ambulacre et qui est seul connu; du côté externe, l'anneau émet un nerf périphérique volumineux, dont la distribution est fort remarquable. Ce nerf parcourt le test et donne un rameau à chaque piquant; chacun des rameaux porte un petit renflement ganglionnaire de cellules et de fibrilles nerveuses, et pénètre dans le piquant, dont il occupe le centre pendant une bonne partie de sa longueur; avant d'arriver à l'extrémité, le nerf se dissocie et se perd sur les tractus calcaires du piquant (*Ophiothrix, Ophiocoma*).

» *Appareil vasculaire*. — Comme chez les Astérides, le système vasculaire de Ludwig n'existe pas en tant qu'appareil autonome; chez les Ophiures, le cercle et les branches radiales que MM. Ludwig et Kœhler ont appelé *système vasculaire* ne sont que des fibres et cellules conjonctives sans aucune valeur morphologique. En allant de l'extérieur à l'intérieur, voici ce qu'on trouve dans le disque et les bras de l'Ophiure : un sinus sus-nervien (périhœmal de Ludwig et Kœhler), qui n'est qu'une portion du milieu extérieur enfermée par les tractus calcaires dans les premiers stades du développement; le ruban nerveux, identique comme histologie à celui des Astérides; un sinus vasculaire (périhœmal de Ludwig et Kœhler), le seul appareil auquel convienne ce nom, puis le canal ambulacraire.

» Le cercle vasculaire oral est uni au cercle aboral, nié par MM. Apostolidès et Kœhler, par un sinus renfermant, dans sa cavité, devenue virtuelle, la glande ovoïde et le canal du sable. Le cercle aboral donne dix vaisseaux génitaux, qui entourent d'un sinus sanguin chacun des cœcums génitaux. Dans l'intérieur de l'anneau aboral et de ses dépendances, on trouve, comme chez les Astérides ([1]), un cordon génital dont je n'ai pu

---

([1]) *Formation des organes génitaux et dépendances de la glande ovoïde chez les Astérides* (*Comptes rendus*, t. CIV, p. 88).

étudier le développement, mais qui doit être, comme chez ces derniers, une émanation de la glande ovoïde; c'est aux dépens de ce cordon que se forment les organes génitaux, comme chez les Comatules (Perrier), les Oursins (Prouho) et les Astéries; à l'état adulte, il se confond avec la base de chaque organe génital. Au point de vue histologique, il renferme un certain nombre de noyaux et de cellules semblables à celles de la glande ovoïde, et aussi des cellules de grande taille, à gros noyau nucléolé, qui sont identiques aux jeunes œufs et aux cellules mères des spermatozoïdes. Le nombre de ces cellules-œufs augmente à mesure que l'on s'approche des cœcums génitaux, jusqu'à former entièrement le contenu du cordon génital au contact de ceux-ci.

» Les glandes lymphatiques sont, d'une part, les vésicules de Poli pour l'appareil ambulacraire, comme chez les Astéries et les Holothuries; d'autre part, la glande ovoïde, pour l'appareil vasculaire et la cavité générale (M. Kœhler), plus dix petites glandes placées à l'extrémité externe de la fente respiratoire et dont les produits sont probablement destinés à l'appareil vasculaire génital [1]. »

GÉOLOGIE. — *Prolongement du massif paléozoïque de Cabrières (Hérault), dans la région occidentale du département de l'Hérault. Silurien et dévonien.* Note de M. **P.-G. de Rouville**, présentée par M. Hébert.

« Je me borne à énoncer ici les faits principaux que je développerai dans une monographie que je prépare à titre de texte explicatif de ma Carte géologique.

» Le massif paléozoïque de l'Hérault a une longueur de 70^{km} et une largeur moyenne de 18^{km}.

» Les terrains cristallins de la montagne Noire (granites, gneiss, micaschistes) lui servent de soubassement; ils se prolongent jusque vers Bédarieux, y disparaissent sous les formations sédimentaires, reparaissent au nord-est sous la forme d'un îlot allongé (Mendic), s'enfoncent, à nouveau, sous les terrains plus jeunes et reviennent, une dernière fois, au jour, en affleurement très étroit au nord de Lodève. Des schistes sérici-

(1) Ce travail a été fait en partie au laboratoire maritime de Roscoff, et complété à Paris sur des échantillons envoyés de Roscoff, ainsi que sur des Ophiures et une Euryale de la mer Rouge.

teux et granulitiques succèdent immédiatement aux micaschistes et les bordent d'une zone continue jusqu'à l'ouest de la station thermale de Lamalou, sise aux flancs de la remarquable protubérance granulitique de Céroux ; sur tout ce parcours, ces schistes passent insensiblement à d'autres argileux, sans élément cristallin, qui se développent au sud et y forment le terme inférieur de la série paléozoïque, laquelle se prolonge à l'est jusqu'à Cabrières, profilant, à partir de Bédarieux, une ligne de faille, au contact de sédiments secondaires de divers âges.

» Le massif paléozoïque de Cabrières nous présente, à son extrême base, l'horizon armoricain (Mourèze, Lauriol) que j'ai montré tout récemment butant contre le trias de Villeneuville.

» Au delà, en série ascendante, viennent successivement, comme je l'ai précédemment établi, les schistes à asaphes (Cabrières), les étages eifélien, frasnien et famménien du dévonien, le carbonifère (culm et Visé), enfin le terrain houiller et le permien.

» Comment se comporte chacun de ces termes dans son extension occidentale ?

» L'*Armoricain* ne se montre avec ses caractères et ses fossiles indéniables que dans la région de Roquebrun (Lairolles); nulle part ailleurs, je n'ai réussi à le discerner nettement dans la masse des schistes.

» Les *schistes à faune seconde* se retrouvent depuis Cabrières jusqu'à l'extrémité la plus occidentale du département et même au delà (Notre-Dame-du-Cros, Caunes); ils offrent une très remarquable constance dans leur pétrographie et leur allure; des gâteaux à trilobites se rencontrent à Roquebrun; plus à l'ouest, vers Saint-Chinian (Babeau, la Bouriette), les larges gâteaux sont remplacés par des nodules, fossilifères eux-mêmes, mais calcaires, et ne présentant plus les concrétions conoïdales (*tuttenstein*) de la région de Cabrières. On les retrouve à Cassagnolles (grâce au zèle si méritant de M. le curé Filachon), mais dans des schistes moins argileux et moins froissés; les mêmes nodules se sont présentés encore au midi de Saint-Pons, aux recherches de M. l'inspecteur Anthelme et de ses agents, dans les schistes du pont de Bax, argileux comme ceux de Cabrières, et dans ceux de la région de Bauzille, ceux-ci très siliceux et alternant avec des bancs de grès durs micacés; ces différentes sortes de schistes, ces gâteaux et ces nodules correspondent-ils à des niveaux stratigraphiques différents ou à de simples faciès et à des stations ? L'absence d'aucune coupe nette rend la réponse difficile; quoi qu'il en soit, les schistes à gâteaux présentent la particularité remarquable d'un contact, le plus sou-

vent par faille, avec les autres termes et les terrains avoisinants, et cela non seulement sur tout le bord méridional du massif paléozoïque de Cabrières à Caunes, mais aussi dans le milieu de son épaisseur du sud au nord, de Sabeau et Poussarou, près de Saint-Chinian, jusqu'à l'ouest de Vieussau au delà de Mazeilhe et de Drouilhes; la lèvre occidentale de la faille nord-sud se trouvant en contre-haut de la lèvre orientale, les schistes s'y présentent en recouvrement direct sur les calcaires dévoniens à Vieussau et à Terassac.

Le *dévonien* se montre dans la région occidentale sous la double forme que je lui ai reconnue aux Crozes et à Cabrières : prédominance de l'élément calcaire, abondance des polypiers, des brachiopodes et des céphalopodes d'un côté; d'autre part, développement de calschistes offrant en deux points seulement des goniatites ferrugineuses et, sur tout le reste de leur étendue, sans fossiles autres que quelques rares débris d'encrines, présence de schistes violacés et verdâtres, déchiquetés et cariés, tels sont les traits respectifs de ce double régime, dont quelques éléments, comme les goniatites et les lits de lydienne, viennent heureusement atténuer, sinon conjurer, le contraste.

» Le premier faciès, ou celui de Cabrières, se poursuit de l'est à l'ouest en témoins morcelés supportés par les schistes à asaphes (causse de Vailhan, monticule de Lamentaresse, croupe du mas Rolland, montagne du Peyroux, au nord de Causses et Veyran, faisant une avec celle de Saint-Nazaire et de Roquebrun où se retrouvent, associées aux lydiennes, mes colonnes du pic Sissous); les polypiers ne s'étendent pas au delà de Roquesals, comme s'ils n'avaient plus trouvé dans ces régions les conditions de leur existence; tandis qu'on les voit, en effet, très développés au sud du mas Rolland, supportant, comme à Cabrières, l'horizon des lydiennes; ce dernier forme l'extrême base du dévonien, plus à l'ouest, dans la coupe de Roquebrun à Laurenque. Les calcaires aux couleurs dévoniennes, avec céphalopodes, d'autres glanduleux, traversés de filets siliceux qui font ressouvenir des calcaires à polypiers, s'observent dans le massif de la Matte ou de Caunes; ils sont accompagnés de calcschistes très développés, et offrent des particularités pétrographiques rappelant le casagnas, si bien qu'on serait tenté d'y voir comme un régime mixte, réunissant celui de Cabrières et celui des Crozes.

» Ce dernier, le second faciès, règne exclusivement sur tout le reste de la surface. On pourra s'en convaincre en suivant des yeux sur la Carte les bandes calcaires que j'y ai distinguées. Chacune d'elles, sans exception,

présente sur le terrain, le long de l'un de ses bords tout au moins, de préférence le méridional, mais quelquefois au nord comme au midi, une bordure de schistes violacés et de schistes verdâtres vacuolaires où s'intercalent souvent des quartzites; cette bordure est suffisamment constante pour donner la notion d'un vaste dépôt dévonien formé d'un double élément schisteux et calcaire, magnésien ou non, autrefois continu, mais aujourd'hui morcelé et, de plus, infléchi avec la masse qui le supporte, tantôt en plis monoclinaux (Fougères, Caussinigoules, etc.), tantôt en disposition synclinale (Pontguiraud, Rieussel, Plaussenons, etc.); ces tronçons diffus, mais obéissant au double alignement général, nord-est et sud-ouest, prennent plus d'une fois, par suite de leur enveloppement par les schistes ambiants, l'apparence de vraies intercalations (Olargues, Premian, Lucasoris, etc.). Le contraste des deux faciès ressort avec éclat si l'on compare les coupes à double pendage de Rodomouls et de Ferrals avec les différents termes des séries de Cabrières, du mas Rolland ou de Roquebrun. »

GÉOLOGIE. — *Variété remarquable de cire minérale.* Note de MM. **G. Dollfus** et **Stanislas Meunier**.

« Nous avons reçu récemment de Sloboda Rungorska, près de Kolomea, Galicie autrichienne, une série d'échantillons de cire minérale dont plusieurs se signalent par la beauté de leur aspect. D'un jaune doré chatoyant et éminemment fibreux, ils offrent une ressemblance singulière, quoique tout extérieure bien entendu, avec les fragments, un instant si en vogue comme matière d'ornement, de la crocidolite de l'Afrique australe. Quelques-uns, plus foncés, rappellent les tons de la résinite ou de la colophane. Il en est enfin qui sont d'aspect bréchoïde, présentant des fragments jaunâtres assez clairs, empâtés dans une masse générale d'un brun presque noir.

» La densité, prise sur plusieurs spécimens, est égale à 0,60. Voici les résultats de quelques essais chimiques auxquels nous avons soumis la substance. Chauffée dans l'eau, la cire minérale fond à une température voisine de 80° et, par le refroidissement, elle se concrète en une masse tout à fait homogène et de couleur assez foncée, tendue sous l'ongle comme la cire ordinaire. L'eau qui a bouilli en contact avec elle n'a pas paru contenir trace de chlorures alcalins et le fait contraste avec la présence,

d'ailleurs tout à fait exceptionnelle, d'un très petit cristal de sel gemme parfaitement visible dans l'un des échantillons.

» Dans l'éther, la substance blanchit, puis se dissout. Une goutte de la solution évaporée lentement sur une lame de verre donne de longues aiguilles incolores très actives sur la lumière polarisée et appartenant au cinquième système. Nous n'avons pas trouvé de pointements favorables à des mesures goniométriques. Plusieurs tentatives pour obtenir des sections transversales à l'axe sont restées sans succès, à cause de la très grande mollesse de la substance.

» La cire de Sloboda colore fortement en jaune le sulfure de carbone, qui, avec le temps, peut en dissoudre en quantité considérable. L'alcool, même bouillant, en est un peu moins avide et, par le simple refroidissement, laisse déposer des paillettes blanches et nacrées. L'addition d'une petite quantité d'eau dans la solution alcoolique détermine un dégagement abondant de très petites bulles gazeuses. Le précipité mousseux blanc vient surnager à la surface et le liquide demeure parfaitement limpide.

» La matière distille sans résidu et brûle avec une flamme très éclairante.

» Une analyse élémentaire a donné

$$H = 15, \qquad C = 85,$$

ce qui correspond sensiblement à la formule CH.

» Les échantillons, dont on vient de lire les caractères les plus saillants, proviennent de couches pétrolifères récemment mises en large exploitation et consistant en marnes compactes d'un gris bleuâtre, d'une puissance de 500^{m} au moins sans fossiles et non aquifères : tous les forages sont sans eau. Les amas de pétrole se rencontrent ordinairement vers 300^{m} de profondeur et jaillissent à la surface par les sondages. La cire minérale se rencontre dans les morts-terrains superposés au pétrole, et il paraît qu'une compagnie tente de l'exploiter pour l'éclairage.

» D'après un Rapport de M. Niedzwiedzki, de l'École technique de Lemberg, nous pensons que les marnes dont il s'agit sont du miocène supérieur et, par conséquent, peu éloignées, stratigraphiquement, des assises salifères de Wieliczka, dans lesquelles on a découvert quelques fossiles marins.

» Les photographies des environs de Sloboda Rungorska montrent un pays vallonné et boisé, avec les caractères d'une nouvelle Pensylvanie. »

ANATOMIE. — *Recherches sur les veines du pharynx.* Note de MM. **Bimar** et **Lapeyre**, présentée par M. Larrey.

« Ces recherches nous ont permis :

» 1° De contrôler l'exactitude des descriptions classiques ;

» 2° De mettre en relief quelques points qui ne nous paraissent pas avoir suffisamment fixé, jusqu'ici, l'attention des anatomistes.

» En formule anatomique générale, les descriptions des veines du pharynx adoptées par les différents auteurs peuvent se résumer de la manière suivante :

» Il existe sur les parties postérieure et latérales du pharynx un plexus à mailles très inégales, ayant pour principaux vaisseaux efférents les veines pharyngiennes, qui se jettent dans les jugulaires internes, et communiquant, supérieurement, avec les veines ptérygo-palatines, vidiennes et méningées postérieures. Ce plexus est l'aboutissant de nombreuses veines qui proviennent des muscles et surtout de la tunique muqueuse du pharynx, au-dessous de laquelle elles forment un réseau (réseau sous-muqueux).

» Cette description est, selon nous, incomplète en ce qui concerne, notamment, le réseau sous-muqueux. Il résulte, en effet, de nos recherches que ce réseau présente, au niveau de la partie inférieure de la paroi postérieure du pharynx, une disposition plexiforme très remarquable, véritable *plexus profond* ou sous-muqueux, non décrit par les auteurs et signalé seulement par Cruveilhier (*Anat. descript.*, t. III, p. 220).

» Nous avons trouvé ce plexus sur tous les cadavres que nous avons examinés à cet effet. Nos recherches ont porté sur une dizaine de sujets d'âges divers, enfants, adultes et vieillards ; nous considérons donc son existence comme constante.

» La situation et les rapports de ce plexus nous ont paru également constants. Comme nous l'avons déjà dit, il appartient à la portion inférieure ou laryngienne du pharynx, dont il occupe la paroi postérieure. Il est compris entre la muqueuse, en avant, et le muscle constricteur inférieur, en arrière ; l'angle inférieur du constricteur moyen le recouvre partiellement.

» Sa forme est celle d'un disque ovalaire à grosse extrémité supérieure, aplati d'avant en arrière et à contours irréguliers.

» Il mesure environ $0^m,03$ dans le sens longitudinal et $0^m,025$ dans le sens transversal; son épaisseur est de $0^m,004$ à $0^m,005$. Ces chiffres n'indiquent que des moyennes approximatives, attendu que le plexus présente un développement variable suivant les sujets. Nous nous étions demandé, à ce propos, si, conformément à ce que l'on observe pour le système veineux en général, ce plexus ne présentait pas son maximum de développement chez les vieillards; nos recherches n'ont pas confirmé cette présomption. Nous avons trouvé, au contraire, un plexus proportionnellement très développé sur un petit enfant de six mois.

» Le plexus que nous étudions est formé par l'agglomération d'un grand nombre de veines serrées les unes contre les autres et fréquemment anastomosées. Ces vaisseaux ont un calibre qui varie entre $0^m,001$ et $0^m,003$. Dans un cas, ils étaient variqueux et présentaient même de petites dilatations ampulliformes, disposition que nous regardons comme pathologique.

» Sur des pièces finement injectées, nous avons constaté que ce plexus avait pour affluents des veines de la membrane muqueuse du pharynx, qui formaient autour de lui de fines arborisations. Aussi n'hésitons-nous pas à le regarder comme une dépendance du réseau veineux sous-muqueux du pharynx, dont les vaisseaux sont, à ce niveau, et plus nombreux et plus volumineux que dans les autres points.

» Ce plexus communique avec le plexus pharyngien superficiel par plusieurs veines ou groupes de veines, qui cheminent sous le muscle constricteur inférieur et perforent ensuite ce muscle en traversant de véritables boutonnières. Nous mentionnerons les groupes suivants, qui nous ont paru à peu près constants : 1° un premier groupe naît de la partie supérieure, se dirige en haut, en suivant la ligne médiane et se jette, par une ou deux veines assez volumineuses, dans la partie médiane du plexus superficiel; 2° un second groupe, provenant des côtés du plexus profond, se dirige en haut et en dehors, parallèlement au bord postérieur du cartilage thyroïde, et gagne les parties latérales du plexus superficiel, où il va former une des origines de la veine pharyngienne; 3° un dernier groupe, né également des parties latérales du plexus profond, se porte en dehors, vers le corps thyroïde, et s'abouche avec des rameaux de la veine thyroïdienne supérieure.

» Enfin, en bas, le plexus communique avec le réseau veineux sous-muqueux de l'œsophage. »

MÉDECINE. — *Non-identité du cysticerque ladrique et du tænia solium.* Note de M. Gavoy, présentée par M. Larrey.

« B...., terrassier, ensuite charcutier, âgé de 49 ans, est entré le 19 novembre 1886, pour la cinquième fois, à l'hôpital de Limoges, dans le service de M. Lemaistre (P.), professeur de clinique. Le 2 avril 1887, il meurt, après deux ans de maladie; l'autopsie révèle la présence de cysticerques, au pied de la scissure de Rolando, sur le bord de la scissure de Sylvius, dans la substance grise des circonvolutions frontale et pariétale ascendante, sur la face interne de la tête du corps strié.

» M. le professeur Lemaistre, en publiant l'observation clinique, a savamment expliqué la cause et l'origine cérébrale des douleurs et des sensations périphériques, des crises d'épilepsie jacksonienne, de la torpeur et de la parésie des membres, des phénomènes de dépression des diverses fonctions qui leur ont succédé, quelque temps avant la mort.

» Cette observation présente encore un nouvel intérêt, au point de vue de l'Helminthologie.

» En examinant sur une projection solaire le proboscide des cysticerques trouvés sur le cerveau de B...., on constate qu'il est formé par une couronne de crochets, au nombre de 29 à 32, rangés par paires, un grand et un petit, placés en rayonnant du centre vers la circonférence, la pointe tournée en dehors; quatre ventouses, traversées par un pli longitudinal, entourent cette couronne. Chaque crochet, vu par sa face latérale, a la forme d'une griffe de carnassier, très arquée et très acérée, terminé par un manche court et fort. Les faces supérieures et inférieures sont recouvertes par une substance nacrée compacte; les faces latérales offrent l'aspect de trabécules osseux. Les apophyses articulaires, très volumineuses, reposent dans une fossette, nettement apparente sur les proboscides dépourvus de quelques crochets; elles sont placées sur une même ligne circulaire, pour les grands comme pour les petits crochets, ainsi que le montre l'épreuve microphotographique de la projection solaire; de sorte que la pointe des petits crochets n'atteint pas la ligne circulaire formée par la pointe des grands crochets. La désignation de *double couronne* de crochets, donnée par la plupart des auteurs, n'est donc pas justifiée.

» Tous ces proboscides présentaient au niveau des apophyses articulaires

une zone annulaire, formée par des grains polyédriques irréguliers de pigment noir. Ce pigment se retrouve disséminé sur les ventouses, principalement suivant leur grand axe.

» L'image fournie par la projection des proboscides des cysticerques du cerveau de B.... est entièrement semblable à celle que donne le scolex de deux tænias solium, rendus par des hommes jeunes, à l'hôpital militaire. On observe le même agencement des crochets, le même degré très prononcé de courbure de la griffe, la même brièveté du manche, la même forme polyédrique irrégulière des grains de pigment noir, leur disposition en zone annulaire au niveau des apophyses articulaires et en semis sur le grand axe des ventouses. Le scolex des cysticerques du cerveau de B.... et le scolex du tænia solium sont donc entièrement identiques.

» En comparant ces deux images à celle que l'on obtient avec le scolex d'un cysticerque ladrique, on voit que celle-ci diffère des précédentes par les dimensions plus fortes des grands et des petits crochets, par la forme plus droite de la griffe et la longueur plus grande du manche, par l'absence complète de grains de pigment noir, au niveau des apophyses articulaires et sur les ventouses. A cette dissemblance des images, si l'on ajoute la remarque que les Juifs en Russie et en Orient, et que les Arabes en Algérie, qui ne mangent pas de viande de porc, sont souvent atteints du tænia solium, on pourra en conclure qu'il n'existe aucune identité entre le scolex du cysticerque ladrique et celui du tænia solium. »

M. **Delauney** adresse plusieurs Mémoires portant pour titres :

1° « Distances et masses des planètes et des satellites » ; 2° « Distances des comètes à éléments elliptiques et dont la périodicité n'est pas établie »; 3° « Action des bolides sur les phénomènes terrestres ».

A quatre heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à cinq heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 31 octobre 1887.

Souvenirs de quarante ans dédiés à mes enfants; par Ferdinand de Lesseps; T. I et II. Paris, *Nouvelle Revue*, 1887; 2 gr. in-8°.

Théorie mécanique de la chaleur; par R. Clausius. Deuxième édition, traduite sur la troisième édition de l'original allemand; par E. Folie et E. Ronkar; T. I. Mons, Hector Manceaux, 1887; in-8°.

Table des positions géographiques des principaux lieux du globe; par MM. Daussy, Darondeau et de la Roche-Poncié, continuée par le vice-amiral Cloué. Paris, Gauthier-Villars, 1887; br. in-8°. (Présenté par M. Faye.)

La Statistique géométrique. Méthode pour la solution des problèmes commerciaux et industriels; par M. E. Cheysson. Paris, Publications du journal *le Génie civil*, 1887; br. in-8°. (Présenté par M. Lalanne.)

Album de Statistique graphique de 1886, publié par le Ministère des Travaux publics. Paris, Imprimerie nationale, 1887; in-f°. (Présenté par M. Lalanne.)

Mémoire adressé à l'Académie des Sciences de Paris; par Hippolyte Hunsicker. Paris, imprimerie Soudant, 1887; br. in-4°.

Reale Istituto lombardo di Scienze e Lettere. — Rendiconti; serie II, vol. XVIII. Milano, Ulrico Hoepli, 1885; gr. in-8°. (Deux exemplaires.)

Memorie del reale Istituto lombardo di Scienze e Lettere, Classe di Scienze matematiche e naturali; vol. XV, VI della serie III, fasc. IV, e vol. XVI, VII della serie III, fasc. I. Milano, Ulrico Hoepli, 1885, 1886; 2 br. in-f°.

Atti della Societa italiana di Scienze naturali; vol. XXIX, fasc. 1° à fasc. 4°. Milano, 1886; 3 br. in-8°.

Sopra le funzioni che dipendono da altre funzioni. Note del prof. Vito Volterra. Roma, tipografia della R. Accademia dei Lincei, 1887; br. in-4°.

Almanaque nautico para 1888 *y para* 1889, *calculado de orden de la Superioridad en el instituto y observatorio de Marina de la ciudad de San Fernando.* Madrid, 1886-1887; 2 vol. gr. in-8°.

Report of the fifty-sixth meeting of the british Association for the advancement of Science, held at Birmingham in september 1886. London, John Murray, 1887; gr. in-8°.

Transactions of the clinical Society of London; volume the twentieth. London, Longmans, Green and C°, 1887; in-8°.

Philosophical transactions of the royal Society of London, for the year MDCCCLXXXVI; vol. CLXXVII, Part I and Part II. London, 1887; 2 vol. in-f°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 NOVEMBRE 1887.

PRÉSIDENCE DE M. JANSSEN.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur un paradoxe analogue au problème de Saint-Pétersbourg;* par M. **J. Bertrand**.

« Aucun problème, peut-être, n'a donné lieu à plus de commentaires et d'explications que celui dont le résultat paradoxal a fait naître la théorie de l'espérance morale.

» Les géomètres, parmi lesquels on en peut citer de très illustres, ont cherché à concilier le calcul avec les indications du bon sens sans qu'aucun ait osé dire simplement : Le calcul donne ce qu'il doit donner, son indication est non seulement exacte, mais parfaitement raisonnable.

» Le calcul assigne une somme infinie pour valeur équitable à une espé-

rance, que personne, sans être taxé de folie, ne consentirait à payer 100^{fr}.

» Il n'y a rien là qui doive surprendre : il est déraisonnable de jouer gros jeu, et les conséquences sont d'autant plus fâcheuses qu'on risque une plus grosse somme à un jeu qui donne une plus grande chance de la perdre. Si l'on émet une loterie de 10000 billets à 1 million le billet, il sera très déraisonnable pour quiconque n'est pas très riche d'y prendre un ou plusieurs billets : le calcul consulté dira cependant et doit dire que, si 10 milliards sont promis au gagnant, les conventions sont équitables. La différence est grande entre des conventions équitables et des conventions auxquelles il soit sage de souscrire.

» Le paradoxe de Saint-Pétersbourg résulte uniquement de cette distinction à laquelle s'ajoute l'étonnement causé par la combinaison ingénieuse des conditions du jeu, qui rend possibles des bénéfices immenses habilement dissimulés dans l'énoncé.

» Je veux signaler un problème très différent dans la solution duquel une somme infinie représente la valeur d'une espérance que la théorie, superficiellement étudiée, fait considérer comme très petite.

» Pierre possède une fortune, petite ou grande, et joue, à des conditions équitables ; la probabilité de gagner, par exemple, est $\frac{1}{2}$ et les deux enjeux sont égaux à 100^{fr}.

» Quelle que soit sa fortune, dit le Calcul des probabilités, Pierre est certain de se ruiner.

» On peut assigner un nombre de coups assez grand pour que la probabilité de perdre à un certain instant une somme égale à la totalité de sa fortune approche autant qu'on voudra de la certitude. A ce moment il doit cesser de jouer, il perd toute chance de se relever et la ruine est consommée

» Supposons cependant que, sans se contenter de cette vague menace, Pierre demande des chiffres : après combien de coups a-t-il, sa fortune étant donnée, une chance $\frac{1}{2}$, une chance $\frac{9}{10}$, une chance $\frac{99}{100}$ d'être ruiné ? Les nombres croissent rapidement quand la probabilité approche de la certitude ; sans en faire ici le tableau, qui se déduit d'une intégrale très connue, j'ai résolu le problème suivant :

» *Pierre propose au géomètre qui déclare sa ruine assurée de lui donner autant de centimes qu'il pourra jouer de parties et demande quelle somme on devra, équitablement, lui promettre en échange.*

» Cette somme est infinie.

» Les deux propositions sont incontestables.

» Si Pierre joue toujours, il est certain de se ruiner.

» La promesse de 1 centime par partie jusqu'au moment où le jeu cessera par la ruine de Pierre ne peut être payée équitablement par aucune somme si grande qu'elle soit.

» Pierre, s'il n'est pas géomètre, croira certainement, comme autrefois le chevalier de Méré, que l'Arithmétique se dément.

» Il n'en est rien.

» La probabilité pour que la ruine de Pierre se produise après μ parties est de l'ordre

$$\frac{1}{\mu\sqrt{\mu}};$$

l'espérance mathématique de la somme μ qui sera payée dans ce cas est de l'ordre

$$\frac{1}{\sqrt{\mu}};$$

la série dont le terme général est $\frac{1}{\mu\sqrt{\mu}}$ est convergente.

» Celle dont le terme général est $\frac{1}{\sqrt{\mu}}$ est divergente.

» Ces quelques mots contiennent toute l'explication. J'ajouterai que, si Pierre, dont la fortune est a, joue contre un seul adversaire dont la fortune soit b, le perdant, à chaque partie, donnant 1^{fr} au gagnant, une rétribution de 1^{fr} par partie, jusqu'à la ruine de l'un des deux joueurs, aurait pour valeur ab.

» Lorsque Pierre joue avec quiconque se présente, son adversaire est le public, il faut supposer b infini et l'on obtient le théorème annoncé. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'état de la potasse dans les plantes, le terreau et la terre végétale, et sur son dosage. Terre végétale;* par MM. **Berthelot** et **André**.

« Divers faits observés dans le cours de nos recherches nous ont conduits à reprendre l'examen de l'état de la potasse dans les plantes, dans la terre où elles sont cultivées et dans le terreau, produit intermédiaire de la désagrégation spontanée des plantes annuelles. Il s'agit de savoir

jusqu'à quel point, dans ces diverses matières, la potasse se trouve à l'état de sels solubles dans l'eau, de sels insolubles attaquables par les acides étendus, enfin de sels insolubles résistant plus ou moins longtemps aux acides étendus : questions fort intéressantes, non seulement pour le dosage de cet alcali, mais pour l'étude de la nutrition des végétaux, des engrais et des échanges qui s'opèrent entre le sol et les êtres vivants. Disons seulement que, d'après nos essais, il n'existe pas de démarcation absolue entre les trois états de la potasse signalés ci-dessus, quant au fait même de son passage de la terre aux végétaux. Avec le temps, tous les degrés intermédiaires d'utilisation se produisent : circonstance essentielle à rappeler pour la détermination des engrais complémentaires. Ces études font suite à nos travaux sur le dosage dans la terre du carbone, tant soluble qu'insoluble, et sur le dosage des composés azotés, dans leurs diverses formes d'azotates, d'ammoniaque libre et de principes susceptibles d'en fournir avec une facilité diverse, sous l'influence déjà connue des alcalis, comme sous l'influence, peu étudiée avant nous, des acides étendus (*Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XI, p. 317).

» Commençons par la terre végétale. Notre échantillon contenait pour 1^{kg} sec : carbone organique $23^{gr},5$; azote $1^{gr},66$ au commencement de la saison, $1^{gr},73$ à la fin. Nous avons examiné l'action de l'eau pure dans diverses conditions; celle de l'acide chlorhydrique diversement concentré et à différentes températures; celle de l'acide azotique pur (4HO), froid et bouillant, et dans les conditions d'oxydation définies par les Traités d'Analyse chimique agricole.

» *Potasse totale*. — Commençons par le dosage exact de la potasse totale, dosage indispensable pour donner la connaissance des réserves de fertilité d'une terre et la seule mesure rigoureuse des engrais complémentaires. Tout procédé analytique qui ne détruit pas complètement les silicates insolubles, par le fluorhydrate d'ammoniaque, ou avec le concours des carbonates de chaux ou de baryte, ne fournit pour le dosage de la potasse que des notions extrêmement imparfaites et insuffisantes.

» Trois dosages, avec élimination de silice par le fluorhydrate d'ammoniaque, ont fourni, pour 1^{kg} de notre terre sèche :

Potasse (KO $= 47^{gr},1$)........ $8^{gr},94$; $8^{gr},93$; $8^{gr},89$; Moyenne : $8^{gr},92$

» Étudions maintenant l'action de l'eau et des acides et de divers autres composés sur la terre : cette étude éclaircit les conditions dans lesquelles les alcalis peuvent être cédés par la terre, soit aux végétaux, soit aux eaux de

drainage; et elle jette un jour nouveau sur ce que l'on a appelé *le pouvoir absorbant* de la terre, désignation conventionnelle qui exprime un fait sans en fournir l'interprétation.

» 1. *Action de l'eau pure* sur la terre. — On a pris un pot contenant 50^{kg} de terre (supposée sèche), sous une surface de 1500^{cq}, et une épaisseur de 50^{cm} environ. On a lessivé avec 50^{kg} d'eau, ajoutée successivement : ce qui répond à une couche d'eau totale de 33^{cm}. On a recueilli les $\frac{9}{10}$ environ de cette eau. Elle contenait, pour 1^{kg} de terre sèche : KO = $0^{gr},0029$.

» On voit par là l'influence limitée du drainage pour enlever la potasse.

» Cette élimination croît avec la dose de l'eau, d'abord proportionnellement; puis, la dose d'eau augmentant toujours, la potasse éliminée paraît tendre vers une limite, du moins dans un court intervalle de temps.

» 2. *Eau pure*. — 200^{gr} de la même terre ont été délayés dans un litre d'eau distillée froide. Après 24 heures, on décante, on lave avec un nouveau litre d'eau. On trouve ainsi, pour 1^{kg} de terre sèche :

KO .... $0^{gr},0305$

La proportion de potasse est ici décuple de la précédente, l'eau ayant pareillement décuplé. Mais cette progression ne se soutient pas.

» 3. *Eau pure*. — 100^{gr} de la même terre; 1 litre d'eau froide; $1^{h}30^{m}$.

On filtre. L'eau renferme (pour 1^{kg} de terre)................	KO = $0^{gr},067$	
On délaye le résidu dans 1 litre de nouvelle eau, etc. Après 24 heures..	KO = 0,049	0,143
On délaye une troisième fois dans 1 litre d'eau, etc. Après 3 nouveaux jours..	KO = 0,027	

» D'après ces nombres, une proportion d'eau indéfinie, agissant dans un court espace de temps, tendrait à enlever à notre terre une dose de potasse inférieure à $0^{gr},200$; soit le quarantième environ de la potasse totale. Celle-ci est donc engagée presque en totalité dans des composés insolubles, de nature minérale, tels que les silicates, ou de nature organique. Les uns de ces composés paraissent être de véritables sels presque insolubles, comparables au picrate ou au bitartrate; les autres représentent des combinaisons de l'ordre de l'apatite, formées par l'association d'un sel minéral ou organique, soluble isolément, avec un principe organique complexe.

» 4. *Terre calcinée et eau pure*. — 100^{gr} de terre sèche ont été chauffés au rouge sombre, au contact de l'air, de façon à détruire les composés organiques et à faire disparaître les hydrates minéraux de nature colloïdale.

Puis on les a mis en contact avec 1 litre d'eau froide, pendant 24 heures.

Pour 1^{kg} : KO .... $0^{gr},047$

chiffre peu différent des $0^{gr},067$ obtenus avant calcination.

» Ceci montre que, dans l'espèce, il s'agit principalement des silicates et autres composés minéraux, le pouvoir absorbant attribué aux principes organiques ayant joué ici peu de rôle. L'influence de l'eau sur ces composés croît d'ailleurs avec le temps, la température; elle varie avec la présence de divers principes organiques ou salins, celle de l'acide carbonique (susceptible d'être fourni par l'atmosphère), ou des autres acides, toutes influences capables d'intervenir dans le cours de la végétation.

» 5. *Eau sucrée.* — 100^{gr} de terre ont été traités par 400^{cc} d'eau et 8^{gr} de sucre de canne. Après 24 heures, à froid, on a décanté. Le résidu a été traité en plusieurs fois par 400^{cc} d'eau distillée.

Pour 1^{kg} terre sèche : KO .... $0^{gr},146$

Ce chiffre est plus que double de la potasse extraite par la même quantité d'eau pure : ce qui met en évidence une certaine action spécifique du sucre pour rendre la potasse soluble, en diminuant le pouvoir absorbant de la terre, ou plus exactement en dissociant les composés qui retenaient la potasse à l'état insoluble. Les hydrates de carbone solubles contenus dans les plantes doivent agir de la même manière.

» 6. *Éther acétique.* — 100^{gr} de terre, 400^{cc} d'eau et 8^{gr} d'éther acétique; 24 heures à froid, etc., comme plus haut; 1^{kg} de terre sèche :

KO .... $0^{gr},070$

Ce chiffre ne diffère pas sensiblement de l'action de l'eau pure.

» 7. *Acétamide.* — 100^{gr} de terre, 400^{cc} d'eau, 8^{gr} d'acétamide :

Pour 1^{kg} : KO .... $0^{gr},148$

Le principe amidé a donc agi pour rendre la potasse soluble.

» 8. *Ammoniaque.* — 100^{gr} de terre, 400^{cc} d'eau renfermant 8^{gr} d'ammoniaque; 24 heures à froid, etc. :

Pour 1^{kg} : KO .... $0^{gr},067$

C'est sensiblement la même action que l'eau pure.

» 9. *Acide carbonique.* — 100^{gr} de terre, 1^{lit} d'eau froide dans un flacon;

on fait passer un courant régulier de gaz carbonique pendant $1^h 30^m$, en agitant. On décante; on lave en plusieurs fois avec 400^{cc} d'eau :

Pour 1^{kg} de terre sèche................................	$KO = 0^{gr},121$	$0^{gr},198$
On répète sur le résidu, l'acide carbonique durant 8 heures et le contact de l'eau saturée de ce gaz, 24 heures......	$KO = 0^{gr},077$	

» On voit que la dose de potasse soluble a augmenté sous l'influence de l'acide carbonique. Elle est double à peu près, dans des conditions données de temps, de la dose extraite par l'eau pure : accroissement bien moindre que celui que l'on aurait été porté à supposer et qui ne diffère guère de l'action exercée par les principes neutres (sucre, acétamide).

» L'action de l'acide carbonique mérite attention, le drainage s'exerçant dans une atmosphère très riche en ce gaz.

» 10. *Acide acétique.* — Cet acide a été pris comme type d'acide organique, moins énergique que les acides minéraux.

50^{gr} de terre sèche, 200^{cc} eau, 4^{gr} acide acétique, $1^h 30^m$ à froid; on lave par 400^{cc} eau, etc. Pour 1^{kg}..........................	$KO = 0^{gr},200$	$0^{gr},290$
200^{cc} eau et 4^{gr} d'acide; 24 heures à froid, etc.	$KO = 0^{gr},090$	

» Ces doses de potasse rendues solubles sont plus fortes de moitié environ qu'avec l'acide carbonique et les principes organiques.

» 11. *Acide chlorhydrique.*

50^{gr} de terre sèche, 200^{cc} d'eau, 4^{gr} HCl, $1^h 30^m$ à froid, etc...	$KO = 0^{gr},242$	$0^{gr},404$
Le résidu, repris par 200^{cc} d'eau, 4^{gr} HCl; 24 heures........	$KO = 0,114$	
Troisième traitement pareil; 3 jours........................	$KO = 0,048$	

» L'action de l'acide minéral étendu est double à peu près de celle de l'acide carbonique et des principes neutres.

» 12. *Acide azotique.*

50^{gr} de terre, 200^{cc} eau renfermant 4^{gr} AzO^6H, $1^h 30^m$ à froid, etc...	$KO = 0^{gr},202$	$0^{gr},296$
Deuxième traitement, 24 heures, etc.......................	$KO = 0^{gr},094$	

» Résultats voisins de l'acide acétique et de l'acide chlorhydrique; doubles de l'acide carbonique et des principes neutres.

» On voit par là que l'on ne saurait définir par une hypothèse quelque peu vraisemblable la proportion de potasse d'un sol susceptible d'être enlevée par la végétation, en se bornant à traiter ce sol par l'eau ou par les acides étendus, agissant à froid. La quantité de potasse rendue ainsi

soluble varie avec la nature de l'acide, sa concentration, la température des liquides et la durée des traitements.

» 13. *Acide chlorhydrique étendu, à froid et à chaud.* — 50^{gr} terre, 200^{cc} acide au centième; 2 heures à froid :

Pour 1^{kg} terre sèche : KO............. $0^{gr},076$

chiffre inférieur à celui de l'expérience (11), et voisin de l'eau pure. L'acide, étant employé en proportion trop faible, a été saturé presque entièrement par le carbonate de chaux du sol. En répétant l'expérience et maintenant au bain-marie vers 100°, pendant 2 heures, on a obtenu :

KO................................ $0^{gr},306$

ce qui est dû surtout à l'action de l'eau chaude.

» *Acide chlorhydrique plus concentré, à chaud.* — 200^{gr} terre; 400^{cc} acide pur au dixième, à froid. Lavage à l'eau chaude, etc. :

Pour 1^{kg} terre sèche : KO............. $0^{gr},226$

50^{gr} terre; 60^{gr} acide pur et 200^{cc} eau; 2 heures à froid. On lave avec 400^{cc} eau chaude, etc. :

KO................................ $0^{gr},250$

Même traitement. On fait digérer au bain-marie bouillant pendant 2 heures :

KO................................ $0^{gr},798$

L'acide, malgré sa concentration et le lavage ultérieur à l'eau chaude, a agi à froid à peu près comme dans l'expérience (11). Mais la digestion au bain-marie a suffi pour tripler la dose de potasse rendue soluble.

» 14. *Acide azotique pur* (4 HO), *à froid et à chaud.* — 50^{gr} terre, imbibée avec cet acide, à froid, 4 heures; on lave avec 400^{cc} d'eau, etc. :

Pour 1^{kg} terre sèche : KO............. $0^{gr},220$

Même expérience, en chauffant au bain-marie bouillant, 4 heures :

Pour 1^{kg} terre sèche : KO............. $0^{gr},651$

Même expérience, la terre étant humectée d'acide, séchée au bain-marie et l'opération réitérée plusieurs fois :

Pour 1^{kg} terre sèche : KO............. $0^{gr},456$

50^{gr} de terre ont été délayés dans l'acide azotique pur, et portés à l'ébullition jusqu'à absence de vapeurs nitreuses, conformément aux prescriptions

de certains Traités d'Analyse agricole; ceci a exigé 16 heures. On a lavé le dépôt par décantation, puis sur un filtre avec de l'eau bouillante :

Pour 1^{kg} terre sèche : KO............. $1^{gr},026$

Dans ce procédé, l'attaque des sels potassiques par l'acide est beaucoup plus profonde, la potasse étant quintuple de celle qu'on a obtenue à froid. Cependant on a été loin d'obtenir ainsi la totalité de la potasse contenue dans notre terre; on n'en a même guère obtenu plus de la neuvième partie. La potasse variant dans de semblables limites, suivant le procédé de traitement, les dosages par les acides constituent des procédés tout à fait incorrects. Ils ne fournissent ni la potasse totale, ni la potasse facilement déplaçable, qui varie suivant la température, la durée de l'attaque et la proportion d'acide, comme on pouvait s'y attendre. Entre l'acide chlorhydrique, qui agit uniquement comme acide, et l'acide nitrique, qui oxyde les principes organiques, il n'existe pas à cet égard de différence décisive.

» Nous avons cru utile de chercher encore comment se comporte la terre préalablement calcinée au contact de l'air.

» On a vu qu'elle ne cède guère à l'eau moins de potasse que la terre inaltérée (expérience 4). Or elle a cédé à l'acide chlorhydrique froid (50^{gr} terre; 200^{cc} eau ; 4^{gr} HCl. — 24^{h} de contact; lavage avec 400^{cc} eau):

Pour 1^{kg} terre sèche : KO............. $0^{gr},488$

chiffre double du résultat obtenu avec la terre renfermant des principes organiques.

» Si on la fait bouillir avec le même acide au dixième, on en extrait ensuite, avec 400^{cc} d'eau ajoutés par parties :

Pour 1^{kg} terre sèche : KO............. $1^{gr},366$

» Ces doses variables résultent surtout de l'altération des silicates pendant la calcination. Elles montrent, par une nouvelle preuve, que le dosage de la potasse de la terre ne peut être réalisé si l'on n'élimine la silice, ainsi qu'il a été dit. Or il est nécessaire d'estimer toute la potasse du sol, susceptible d'intervenir par des actions plus ou moins lentes; aucune ligne de démarcation précise n'existant entre la potasse du sol assimilable immédiatement, et la potasse susceptible d'intervenir dans le cours d'une végétation annuelle, pour ne pas aller plus loin. Il ne suffit pas, à cet égard, de doser la potasse, extraite en traitant la terre soit par l'eau pure

et froide, soit par un acide très étendu et froid. Non seulement cette définition est fort imparfaite, la dose rendue soluble variant avec la température et les conditions de l'expérience ; mais cette dose est une si petite fraction de la potasse totale, qu'elle ne saurait fournir aucun renseignement sérieux ni sur les réserves de cet alcali contenues dans le sol, ni sur la proportion des engrais potassiques complémentaires. Il faut, nous le répétons, doser la potasse totale. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur les deux principaux fondements des doctrines reçues à l'égard de la dualité cérébrale dans les mouvements volontaires;* par M. **Brown-Séquard**.

« Dans la séance du 17 octobre dernier (*Comptes rendus*, p. 646), j'ai rapporté des faits qui semblent démontrer que chaque moitié de l'encéphale peut servir aux mouvements volontaires des deux côtés du corps. Je vais rapporter aujourd'hui des faits et des arguments dont quelques-uns conduisent directement à cette conclusion, et dont les autres démontrent la fausseté des principaux fondements des doctrines reçues à l'égard du rôle des deux moitiés de l'encéphale dans les mouvements volontaires.

» I. La doctrine ancienne, qui règne encore et d'après laquelle l'une des moitiés de l'encéphale sert exclusivement aux mouvements volontaires des membres du côté opposé, est fondée en partie sur la supposition que des irritations modérées de la masse nerveuse intra-cranienne d'un côté ne déterminent de mouvements que dans les membres du côté opposé. Déjà, dans un travail que j'ai communiqué à l'Académie le 8 mai 1882 (*Comptes rendus*, vol. XCIV, p. 1285), j'ai rapporté des résultats de nombreuses expériences montrant que l'irritation de la base de l'encéphale, loin de produire toujours des mouvements du côté opposé, fait, au contraire, le plus souvent, mouvoir uniquement les membres du côté correspondant. Je vais ajouter aujourd'hui, aux faits que j'ai rapportés dans ce travail, des particularités très intéressantes montrant bien que les effets moteurs des irritations encéphaliques sont en contradiction absolue avec les théories reçues.

» Depuis la découverte de Fritsch et Hitzig, qui ont montré qu'une certaine zone de la surface cérébrale fait mouvoir, lorsqu'on l'irrite, les membres du côté opposé, on a considéré cette partie comme le siège central de la puissance motrice volontaire. D'après les médecins, l'incitation

volontaire partant de ces prétendus centres psycho-moteurs descend par de nombreux conducteurs jusqu'à la partie postérieure et inférieure de la base de l'encéphale, où elle se propage, le long de la ligne médiane, jusqu'à la terminaison du bulbe rachidien. Là les conducteurs qui la transmettent passent tous ou presque tous, ceux de droite dans la moitié gauche de la moelle épinière, ceux de gauche dans la moitié droite de ce centre nerveux. Si cette notion était exacte, toute irritation d'un côté de l'encéphale, depuis la zone excito-motrice jusqu'à l'entre-croisement des pyramides antérieures, ne devrait déterminer que des mouvements du côté opposé. Or, depuis dix ans, dans un nombre immense d'expériences ayant des buts très variés, sur des singes, des chiens, des chats, des lapins et des cobayes, j'ai eu l'occasion de constater les faits suivants : 1° l'irritation galvanique ou mécanique de la capsule interne ne cause quelquefois que des mouvements de l'un ou des deux membres du côté correspondant; 2° l'irritation du pédoncule cérébral, à sa partie inférieure surtout, produit plus fréquemment des mouvements du côté correspondant que de l'autre; 3° l'irritation du pont de Varole, dans sa partie considérée comme motrice, dans les trois quarts des cas, ne fait mouvoir que les membres du côté correspondant; 4° l'irritation de la pyramide antérieure, huit ou neuf fois sur dix, détermine des mouvements de l'un ou des deux membres du même côté.

» Ce dernier fait étant de la plus haute importance, je l'ai étudié dans des conditions très variées et j'ai toujours obtenu les résultats que je viens d'indiquer. Dans nombre de cas, la pyramide antérieure mise à nu par l'ouverture du crâne à sa partie inférieure et antérieure, je l'ai coupée transversalement *à droite*, par exemple, au voisinage de l'entre-croisement, et j'ai pu voir que l'irritation mécanique ou galvanique de ses fibres, qui pourtant passaient de *droite* à *gauche*, causait presque toujours des mouvements du membre antérieur *droit* seul ou des deux membres *droits*, ceux du côté *gauche* restant immobiles. Il y a plus : l'irritation mécanique ou galvanique des faisceaux de fibres des pyramides, au niveau de l'entre-croisement, là même où s'opère la décussation, irritation qui devrait provoquer des mouvements dans les membres des deux côtés, ne fait le plus souvent mouvoir que ceux du côté correspondant. Il faut donc admettre que ce ne sont pas des fibres motrices s'entre-croisant à la partie rachidienne du bulbe qui sont alors irritées, et que les mouvements proviennent d'une mise en action d'autres éléments nerveux. Des faits, que j'ai déjà en partie publiés, conduisent à la même conclusion. Je fais à la base

de l'encéphale (pédoncules, pont de Varole ou bulbe) deux sections transversales complètes d'une moitié latérale, à la distance de $0^{m},005$ l'une de l'autre, sur un gros animal, puis j'extirpe la lamelle ainsi obtenue. J'irrite alors, mécaniquement ou par le galvanisme, tantôt la surface inférieure de la section, tantôt la supérieure, c'est-à-dire celle qui ne communique plus avec la moelle épinière par des fibres motrices, et je constate que les mêmes effets sont produits dans les deux cas. Si (ce qui est le plus fréquent, et d'autant plus que l'opération est faite dans un point plus rapproché de l'extrémité inférieure du bulbe) le mouvement a lieu dans les membres du côté de l'irritation à la surface inférieure de section, c'est le même mouvement qui a lieu lors de l'irritation de la surface supérieure. Si c'est un mouvement croisé que l'irritation d'une des surfaces produit, l'autre aussi donne le même effet.

» Il importe d'ajouter que ce ne sont pas les parties dites *motrices* qui seules produisent des mouvements d'un ou de deux membres, directs ou croisés; ce sont aussi presque toutes les parties voisines (au bulbe, au pont, aux pédoncules). C'est là encore un fait qui, avec les précédents, montre bien que les manifestations motrices qui suivent les irritations de la base de l'encéphale sont surtout des phénomènes réflexes et non de simples effets d'irritation de fibres nerveuses servant aux mouvements volontaires.

» Comme il n'est pas douteux que des conducteurs existent à la base de l'encéphale transmettant les ordres de la volonté aux muscles, il y a lieu de se demander comment les irritations mécaniques et galvaniques les mettent si peu en jeu. Je montrerai dans une autre Communication comment et pourquoi ces conducteurs ne prennent qu'une part légère aux mouvements que produisent les irritations de la base de l'encéphale.

» II. Les faits suivants sont encore plus décisifs que les précédents contre la doctrine reçue à l'égard des mouvements volontaires. Si cette doctrine était exacte, la section transversale d'une moitié latérale de la base de l'encéphale *à droite*, par exemple, devrait rendre impossible l'action des prétendus centres moteurs de l'écorce cérébrale *à droite*. Or j'ai trouvé depuis longtemps déjà que, loin d'être perdue ou même diminuée, la puissance que possèdent ces parties de produire des mouvements croisés, lorsqu'on les irrite, est le plus souvent augmentée, et l'on voit alors les membres *gauches* se mouvoir plus énergiquement qu'avant la section des fibres supposées conductrices. Il arrive alors, ainsi que je l'ai déjà annoncé à l'Académie, que la zone excito-motrice du cerveau *à gauche* perd entièrement

ou en partie sa puissance motrice, dans la plupart des cas. Si nous voulions tirer de ces faits une conclusion en apparente harmonie sur un point avec les doctrines reçues, nous dirions que les conducteurs pour le mouvement volontaire s'entre-croisent dans l'encéphale avant d'arriver aux pédoncules cérébraux. Nous pourrions même dire que cet entre-croisement a lieu avant l'arrivée de ces conducteurs à la capsule interne, puisque quelquefois la section de cette capsule *à droite* augmente la puissance de la zone excito-motrice *du même côté* et diminue celle de la zone de *l'autre côté*. Cette conclusion, absolument insoutenable, est démentie par nombre de faits. Je me bornerai à dire que, dans ces expériences (section de la base de l'encéphale *à droite*, par exemple), la zone motrice *gauche* peut : 1° ne donner lieu à aucun mouvement; 2° faire mouvoir faiblement et même quelquefois fortement les membres *droits;* 3° mettre en mouvement le membre antérieur seul, ou le postérieur seul, ou les deux membres du côté *gauche*, de telle sorte qu'alors les deux zones motrices, celle de *droite* comme celle de *gauche*, produisent des mouvements *à gauche;* 4° produire un mouvement *bipède diagonal gauche*, c'est-à-dire du membre antérieur *gauche* et du postérieur *droit*. Il est clair que ces effets si variés, observés à la suite de la section de la base de l'encéphale *à droite*, montrent qu'une perturbation profonde dans la zone excito-motrice *gauche* a alors lieu, et que cette variété même fait voir que les mouvements produits par l'irritation de la zone excito-motrice du cerveau ne peuvent pas être considérés comme des preuves que cette partie contient les centres des mouvements volontaires, à moins qu'on ne suppose que ces centres, dans chaque côté du cerveau, soient, comme d'autres parties de l'encéphale, d'après ce que je crois, capables d'agir sur les membres des deux côtés du corps.

» Quoi qu'il en soit, une particularité importante ressort de ce que j'ai observé quelquefois à l'égard de l'action des zones excito-motrices : c'est qu'il peut arriver que chacune d'elles, après la section complète d'une moitié latérale de la base de l'encéphale, conserve l'espèce d'action, avec plus ou moins de force, qui lui appartient d'ordinaire lorsque l'encéphale est à l'état normal, c'est-à-dire que la zone motrice *gauche* meut les membres *droits* et la zone motrice *droite* meut les membres *gauches*. Il y a conséquemment alors action croisée des deux zones, bien qu'une seule moitié de la base de l'encéphale serve de conducteur pour les deux côtés du corps.

» J'ai essayé d'exécuter une autre expérience importante, que j'ai réussi

quelquefois à faire, après nombre d'insuccès. J'ai constaté que les deux zones excito-motrices peuvent conserver presque complètement leurs actions normales, malgré la section du tiers antérieur du bulbe, comprenant un peu plus que les deux pyramides antérieures.

» J'ai aussi pu constater que, après la section longitudinale du pont de Varole sur la ligne médiane et la section transversale d'un des pédoncules cérébraux ou d'une moitié latérale du bulbe, les mêmes effets des irritations des zones motrices s'observent que lorsque le pont est intact.

» Enfin, une expérience, allant bien plus loin que les autres dans sa signification, m'a montré que la base de l'encéphale peut être coupée entièrement, une moitié latérale dans un point, l'autre à une certaine distance de la première section, sans que les zones motrices perdent leur puissance de causer des mouvements croisés dans les membres. Il y a plus : si, après avoir trouvé que la section de la moitié latérale *droite*, par exemple, du pont de Varole, a augmenté la puissance de la zone excito-motrice *droite* et diminué ou anéanti celle de la zone *gauche*, je coupe la moitié *gauche* du bulbe, je vois réapparaître la puissance de la zone *gauche* qui alors peut déterminer des mouvements quelquefois très forts dans les membres droits, en même temps que la puissance de la zone *droite*, qui était accrue, revient à l'état normal ou diminue assez notablement. Il y a donc alors un cas de transfert comme dans les faits que j'ai rapportés dans ma Communication du 17 octobre dernier.

» Si l'on analyse se qui se passe alors (après les deux sections hémilatérales), on trouve que, pour arriver aux muscles des membres *gauches*, par exemple, l'irritation partant de *droite* a passé *à gauche*, puis de là est revenue *à droite*, en arrière de la première section, et enfin du côté *droit* est retournée *à gauche*, en arrière de la seconde section. C'est une propagation en zigzags ou mieux peut-être en S. Ce que j'ai déjà démontré pour la transmission des impressions sensitives à la moelle épinière peut donc avoir lieu aussi pour la transmission des irritations motrices dans l'encéphale. Je ne veux pas tirer pour le présent d'autres conclusions de ce fait et des précédents que celle-ci : l'expérimentation, quant aux effets des irritations des diverses parties de l'encéphale, donne des résultats tout à fait contraires à ceux que l'on devrait observer si la doctrine des actions motrices volontaires qui a cours était exacte.

» III. Je ne veux dire aujourd'hui que quelques mots de la grande preuve que donnent les médecins cliniciens lorsqu'ils veulent établir qu'un côté du cerveau sert aux mouvements volontaires des membres du côté opposé.

Cette preuve, on le sait, consiste en ce que la paralysie se montre dans les membres du côté opposé du corps dans l'immense majorité des cas. Les recherches si importantes du clinicien le plus éminent de notre temps, mon ami M. Charcot, ont établi, d'une manière définitive, que les lésions de certaines circonvolutions cérébrales chez l'homme produisent une paralysie croisée persistante.

» Le poids si considérable des faits publiés par notre Confrère est venu donner une force nouvelle à l'idée que le cerveau droit est le moteur des membres gauches et le cerveau gauche celui des membres droits.

» Je ne puis aujourd'hui que rapporter quelques faits montrant que la paralysie dans les affections cérébrales unilatérales est beaucoup trop variable pour qu'on puisse la considérer comme l'effet de la destruction d'un centre moteur ou de conducteurs allant de ce centre aux muscles. L'Anatomie enseigne que la base de l'encéphale est organisée de la même façon chez les animaux supérieurs (chien, chat, singe) que chez l'homme, quant au passage des conducteurs pour le mouvement volontaire et aussi quant à l'entrecroisement de ces conducteurs. Les lésions unilatérales du pont de Varole (par exemple) devraient donc produire toujours une paralysie croisée chez les animaux comme chez l'homme. Or j'ai trouvé qu'il n'en est pas ainsi et que ces lésions à la partie inférieure du pont déterminent chez le singe, le chien et le chat, comme chez le lapin et le cobaye, une paralysie du côté correspondant. De plus, chez les jeunes chiens et chats, la section d'un pédoncule cérébral cause une paralysie directe, tandis que chez des adultes de ces deux espèces d'animaux la même lésion (au même point) détermine une paralysie croisée. Si la paralysie dépendait d'une destruction de conducteurs il faudrait admettre, ce qui est absurde, que chez les jeunes animaux les pédoncules ne contiennent que les fibres nerveuses pour le mouvement des membres du côté correspondant et que chez les adultes les mêmes parties ne contiennent que les fibres servant aux membres du côté opposé. Nous pouvons donc conclure, dès à présent, que les paralysies n'ont pas les causes qu'on leur attribue et qu'elles ne peuvent pas servir de base aux doctrines admises à l'égard des mouvements volontaires. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur l'*Elasmotherium; par M. **Albert Gaudry**.

« M. Paul Ossoskoff a adressé de Samara (Russie) à l'Académie des Sciences une Lettre qui renferme le passage suivant :

» On a trouvé en 1886, dans le loess des bords de la rivière Kinel, près du village

Krivaga Lousca, du gouvernement de Samara, une partie du crâne de l'*Elasmotherium*. Comme les Musées paléontologiques russes possèdent déjà deux bons exemplaires entiers du crâne de cet animal si rare, je me fais un devoir agréable de donner en présent à l'Académie des Sciences de France le nouvel exemplaire qui vient d'être découvert.

» D'après l'avis de l'un des membres du Bureau de l'Académie, M. Pasteur, j'ai écrit à M. Paul Ossoskoff pour le remercier et pour accepter son offre au nom du Muséum. M. Ossoskoff s'est empressé de nous envoyer son échantillon d'*Elasmotherium*, voulant sans doute nous donner une preuve de plus des liens d'affectueuse estime qui unissent les savants russes et français.

» L'*Elasmotherium* était une énorme bête, intermédiaire, pour la taille, entre le Mammouth et le *Rhinoceros tichorhinus*, qui ont été ses compagnons. Dans les premières années de ce siècle, le géologue russe Fischer de Waldheim décrivit ses dents. La collection du Dr Gall, que le Muséum de Paris acquit en 1832, renfermait, outre les crânes humains, des crânes d'animaux, notamment une portion d'un crâne qui ressemble à l'échantillon envoyé par M. Ossoskoff, sauf qu'il est plus grand et plus large. Laurillard et Kaup pensèrent que ce morceau provenait de la même espèce fossile dont on avait décrit les dents sous le nom d'*Elasmotherium*. Notre ancien confrère Duvernoy eut des doutes à cet égard et décrivit la pièce du Dr Gall sous le nom de *Stereoceros Galli*. Ces doutes ne peuvent plus subsister. Le Musée de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg possède maintenant un crâne entier qui a été très bien étudié par Brandt, Correspondant de notre Académie.

» Au premier abord, l'*Elasmotherium* est tout à fait étonnant. Mais quand on l'examine attentivement, on reconnaît qu'il se rapproche d'un *Rhinoceros tichorhinus* chez lequel la corne frontale aurait pris un immense développement, et où les dents molaires se seraient modifiées de manière à triturer les plantes herbacées de l'époque glaciaire. Brandt n'a pas connu les membres de cet animal. Lors d'un voyage que j'ai fait en Russie, M. le professeur de Möller m'a montré, dans le Musée de l'Institut des Mines de Saint-Pétersbourg, un second crâne de l'*Elasmotherium* qui venait d'être découvert dans le détroit de Novoouzensk, gouvernement de Samara, avec plusieurs os des membres : une omoplate, un radius, un cubitus, trois métacarpiens, un tibia, un astragale et un calcanéum. Ces os ont une extrême ressemblance avec ceux que pourrait avoir un gigantesque Rhinocéros. M. le professeur de Möller a bien voulu m'en envoyer des moulages pour le Muséum de Paris. Je serai heureux de les montrer

à nos Confrères et aux autres savants qui viendront visiter notre galerie de Paléontologie; je les ai placés à côté de la pièce du Dr Gall et de celle que nous devons à la générosité de M. Paul Ossoskoff. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le Tome Ier des « Comptes rendus du Cercle mathématique de Palerme (mars 1884 à juillet 1887) »;

2° Le premier fascicule d'un « Atlas d'Anatomie comparée des Invertébrés »; par M. *A. Vayssière*, avec une Préface de M. *F. Marion*. (Présenté par M. Alph. Milne-Edwards.)

ASTRONOMIE. — *Sur une forme géométrique des effets de la réfraction dans le mouvement diurne.* Note de M. **Gruey**.

« Je me borne ici à énoncer quelques propositions avec l'espoir de les démontrer et développer prochainement dans le *Bulletin astronomique*.

» 1. Sur la sphère céleste, pour un observateur de colatitude φ, soient E la *position vraie* d'une étoile supposée *vue à travers le vide;* $\mathcal{P}$ sa distance polaire; t son angle horaire; e la *position apparente simultanée* de cette étoile vue à travers l'atmosphère terrestre; z sa distance zénithale apparente; R la réfraction correspondante.

» On sait que de $z=0^\circ$ à $z=80^\circ$ ou de $z=100^\circ$ à $z=180^\circ$, la formule $R=k\operatorname{tang}z$ représente très sensiblement la réfraction moyenne vers le zénith ou le nadir, si l'on prend $k=58'',3$. Nous regardons k comme une petite quantité du premier ordre devant laquelle nous négligeons toute quantité d'ordre supérieur.

» Dans le plan tangent en E à la sphère céleste, rapportons e aux axes coordonnés $E(x,y)$ dirigés respectivement suivant les tangentes au cercle horaire et au parallèle de E, prises, la première dans le sens austral et la seconde dans le sens occidental. Si, entre les expressions, faciles à former, des coordonnées x, y de e, on élimine la variable t dont elles dépendent, on trouve la relation

$$(1)\qquad y^2=\operatorname{tang}^2\varphi(x\sin\mathcal{P}-k\cos\mathcal{P})^2-(x\cos\mathcal{P}+k\sin\mathcal{P})^2$$

ou le théorème suivant :

» *En un jour sidéral, la position apparente d'une étoile décrit une section conique autour de sa position vraie.*

» Le mouvement propre, né de la réfraction, est le même pour l'observateur de colatitude φ que pour l'antipode de colatitude $180 - \varphi$: *elliptique* si l'étoile est *circompolaire*, c'est-à-dire toujours soit levée, soit couchée ; *parabolique* si l'étoile rase l'horizon soit en dessus, soit en dessous ; *hyperbolique* si l'étoile se lève et se couche. Dans ce dernier cas, les deux branches de l'hyperbole décrite ne sont visibles l'une que du lieu de colatitude φ, l'autre que du lieu antipode ; et e passe d'une branche à l'autre en traversant l'horizon commun à ces deux lieux.

» Il est à peine utile d'ajouter que les arcs de parabole ou d'hyperbole réellement décrits par e s'arrêtent aux points correspondants à $z = 80°$ et $z = 100°$, entre lesquels la réfraction n'est plus représentée par $k \tang z$ pour la même valeur numérique de k.

» 2. L'équation (1) prend la forme

$$y^2(R_i - R_s) + 2R_0(x + R_i)(x + R_s) = 0, \tag{2}$$

si l'on introduit les quantités

$$R_i = k \tang(\mathfrak{P} + \varphi), \qquad R_s = k \tang(\mathfrak{P} - \varphi), \qquad R_0 = k \tang\varphi, \tag{3}$$

c'est-à-dire les réfractions de E à ses passages inférieur et supérieur avec la réfraction du pôle assimilé à une étoile ; chaque réfraction étant prise avec le signe du second membre de la définition (3) correspondante.

» 3. Au centre $x_0 = -\frac{1}{2}(R_i + R_s)$, $y_0 = 0$ de la conique, transportons, parallèlement à eux-mêmes, les axes coordonnés en posant $x = x_0 + \xi$, $y = y_0 + \eta$, et l'équation de la conique, rapportée à ses axes de symétrie, devient

$$\frac{\xi^2}{a^2} + \frac{\eta^2}{b^2} = 1, \tag{4}$$

en posant

$$2a = R_i - R_s, \qquad \frac{b^2}{a} = R_0.$$

» 4. Les expressions de ξ, η, $\frac{\xi}{\eta}$ en fonction de t donnent, à chaque instant, la position de e sur sa conique ; elles donnent, en outre, les pro-

positions suivantes pour le sens du mouvement autour d'un personnage fictif ayant les pieds au centre de la sphère céleste et la tête au centre de la conique :

» 1° *Une étoile circompolaire décrit son* ellipse *dans le sens* direct *ou* rétrograde, *suivant qu'elle est* boréale *ou* australe. 2° *Une étoile rasant l'horizon décrit sa* parabole *dans le sens* direct *ou* rétrograde, *suivant qu'elle est boréale ou australe.* 3° *Toute autre étoile décrit, du lever au coucher, une branche de son hyperbole dans le sens* direct *ou* rétrograde; *et, du coucher au lever, l'autre branche dans le sens* rétrograde *ou* direct, *suivant que l'observateur est* boréal *ou* austral.

» 5. La composition du *mouvement relatif* de e sur sa conique avec le *mouvement d'entraînement* de la sphère céleste donne le mouvement diurne *résultant* ou *apparent* de l'étoile, tel qu'on l'observe à l'équatorial.

» Désignons par v la vitesse diurne apparente de e, par i l'angle de cette vitesse avec Ey, compté autour de E, à partir de Ey, positivement dans le sens rétrograde. Nous prenons pour unité de vitesse celle d'une étoile équatoriale, et nous avons

$$v = \sin\Phi, \tag{5}$$

$$i = k \operatorname{tang}\varphi \operatorname{cos\acute{e}c}\Phi \cos^2\psi \operatorname{s\acute{e}c}^2(\Phi - \psi) \sin t, \tag{6}$$

en posant

$$\operatorname{tang}\psi = \operatorname{tang}\varphi \cos t. \tag{7}$$

» Considéré, par chaque observatoire, comme fonction de Φ et t, l'angle i est facile à discuter et à réduire en Table à double entrée.

» 6. Dans les observations équatoriales, lorsque l'*astre* à relever est assez loin de l'horizon pour que l'angle i soit négligeable, on oriente le *fil polaire* mobile sur le mouvement diurne apparent de l'*étoile* de comparaison et on le regarde comme orienté sur le mouvement diurne vrai.

» Mais si l'*astre* est voisin de l'horizon, l'angle i n'est plus négligeable, et l'on a généralement l'habitude d'orienter alors le fil polaire sur le mouvement factice qu'on donne à l'étoile dans le champ, en faisant varier rapidement, par quelques coups de manette, l'angle horaire de la lunette, fixée d'ailleurs en distance polaire. Par cette manœuvre, le fil n'est bien orienté sur le mouvement diurne vrai que si l'axe horaire de la lunette est bien rectifié ou pointé sur le pôle.

» Cette rectification est longue, pénible et même peu précise pour la

plupart des équatoriaux dont les vis de réglage ne sont pas très soignées ni très maniables. En outre, elle doit être répétée fréquemment, à cause de l'instabilité des lunettes équatoriales. Bien des discordances entre les positions d'un même astre, voisines de l'horizon et relevées par des instruments divers, proviennent d'une rectification défectueuse.

» Aussi nous semble-t-il bon, surtout pour les petits équatoriaux, d'abandonner entièrement l'orientation du fil polaire sur le mouvement diurne vrai au moyen de la manette horaire, lorsqu'il s'agit d'observer près de l'horizon et d'orienter ce fil, *dans tous les cas,* sur le mouvement diurne apparent de l'étoile de comparaison.

» Les observations ainsi faites, $\Delta'\alpha$, $\Delta'\mathcal{P}$ seront corrigées des effets $\delta_1\alpha$, $\delta_1\mathcal{P}$ de l'inclinaison i du fil, en négligeant i^2, par les formules

$$\delta_1\alpha = -\tfrac{1}{15}\, i \operatorname{coséc}\mathcal{P}\,\Delta'\mathcal{P}, \qquad \delta_1\mathcal{P} = 0;$$

on ramènera ensuite les observations *au vide* par l'application des corrections ordinaires $\delta_2\alpha$, $\delta_2\mathcal{P}$, et l'on aura, pour les différences *astre — étoile,*

$$\Delta\alpha = \Delta'\alpha + \delta_1\alpha + \delta_1\alpha, \qquad \Delta\mathcal{P} = \Delta'\mathcal{P} + \delta_1\mathcal{P} + \delta_2\mathcal{P}.$$

» De cette manière, on remplacera une manœuvre, d'exactitude douteuse, impossible au moment de l'observation, c'est-à-dire lorsqu'elle serait le plus nécessaire, par une simple correction numérique, d'exactitude certaine et facile à prendre dans une Table d'une page, construite à l'avance par chaque observatoire. Pour calculer les régions de cette Table correspondantes à des valeurs de z supérieures à 80°, il suffira de remplacer k par des valeurs numériques convenables et inférieures à 58″,3. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une représentation géométrique dans l'espace des intégrales de l'équation* $f\left(\xi, \eta, \frac{d\eta}{d\xi}\right) = 0$. Note de M. **Léon Autonne**, présentée par M. Jordan.

« Toute crémonienne quadratique s (*voir* ma Communication du 13 décembre 1886), changeant une équation différentielle du premier ordre H en une autre H′, change les intégrales de H en celles de H′. Si donc H′ peut s'intégrer, H se trouve intégrée du coup, puisque l'on peut revenir des intégrales de H′ à celles de H par le procédé connu de la substitution s^{-1}.

» Il y a donc un intérêt considérable, au point de vue de l'intégration de H, à étudier la façon dont les crémoniennes quadratiques transforment H. Cette étude se fait très simplement à l'aide d'une représentation géométrique convenable. La présente Note est consacrée à la représentation géométrique en elle-même. Une Note prochaine traitera de l'application de la représentation et des crémoniennes quadratiques à l'intégration de l'équation différentielle H.

» Soit l'équation

$$(\mathrm{H}) \qquad f\left(\xi, \eta, \frac{d\eta}{d\xi}\right) = 0, \qquad p = \frac{d\eta}{d\xi}$$

ou, en coordonnées homogènes,

$$\mathrm{F}(x, u) = \mathrm{F}(x_1, x_2, x_3; u_1, u_2, u_3) = 0,$$
$$\xi = \frac{x_1}{x_3}, \qquad \eta = \frac{x_2}{x_3}, \qquad p = -\frac{u_1}{u_2},$$
$$\sum_i u_i x_i = 0, \qquad i = 1, 2, 3.$$

» Intégrer H cela revient, d'après les principes et la terminologie de Clebsch, à répartir les ∞^2 éléments principaux du connexe $f = 0$ ou $\mathrm{F} = 0$, ∞ par ∞ en ∞ courbes intégrales, de façon que le long d'une même courbe intégrale on ait constamment, entre deux éléments consécutifs

$$(\xi, \eta, p) \quad \text{et} \quad (\xi + d\xi, \eta + d\eta, p + dp)$$

ou

$$(x, u) \quad \text{et} \quad (x + dx, u + du),$$

la relation

$$(\mathrm{o}) \qquad d\eta - p\, d\xi = 0$$

ou

$$(\mathrm{o}') \qquad \sum_i u_i\, dx_i = 0.$$

» Cela posé, considérons un élément principal (X, U) formé par la droite U et le point X, situé sur U; soient

u_i les coordonnées homogènes de U;
p le coefficient angulaire de U;
x_i les coordonnées homogènes de X;

ξ et η les coordonnées cartésiennes de X;
z_j ($j = 1, 2, 3, 4$) les coordonnées homogènes d'un point Z de l'espace;
x, y, z les coordonnées rectangulaires de Z, avec

$$x = \frac{z_1}{z_4}, \qquad y = \frac{z_2}{z_4}, \qquad z = \frac{z_3}{z_4}.$$

» Posons les systèmes suivants de relations (α, β, γ = facteurs de proportionnalité)

$$(1) \qquad \gamma z_1 = x_1 u_3, \qquad \gamma z_2 = x_2 u_1, \qquad \gamma z_3 = x_2 u_2 - x_3 u_3, \qquad \gamma z_4 = x_2 u_3;$$

d'où, réciproquement,

$$(2) \qquad \left\{ \begin{array}{ll} \alpha x_1 = 2 z_1 z_4, & \beta u_1 = 2 z_2 z_4 \\ \alpha x_2 = 2 z_4^2, & -\beta u_2 = z_1 z_2 - z_3 z_4 \\ -\alpha x_3 = z_1 z_2 + z_3 z_4, & \beta u_3 = 2 z_4^2 \end{array} \right\}$$

ou bien, en coordonnées non homogènes,

$$(1') \qquad x = \frac{\xi}{\eta}, \qquad y = \frac{p}{\eta - p\xi}, \qquad z = \frac{2\eta - p\xi}{\eta(\eta - p\xi)}$$

et réciproquement

$$(2') \qquad \xi = \frac{2x}{z - xy}, \qquad \eta = \frac{2}{z - xy}, \qquad p = \frac{2y}{z + xy}.$$

» La connaissance de l'élément (X, U) entraîne donc celle du point Z *sans ambiguïté aucune*, et réciproquement. L'élément et le point seront dits *affixes* l'un de l'autre, et à chaque figure du plan (ou de l'espace) correspondra une figure de l'espace (ou du plan), et réciproquement.

» Soit une équation différentielle du premier ordre

$$(\mathrm{H}) \qquad f(\xi, \eta, p) = 0 \qquad \text{ou} \qquad F(x, u) = 0;$$

le connexe $f = 0$ ou $F = 0$ se trouve représenté par une surface S. Sur le connexe, les éléments consécutifs d'une même intégrale de H sont liés par les relations (0) ou (0'); sur S, les intégrales seront donc représentées par des courbes I ou *intégrantes*, satisfaisant à la relation

$$(4) \qquad dz + y\,dx - x\,dy = 0 \qquad \text{ou} \qquad z_2\,dz_1 - z_1\,dz_2 + z_3\,dz_4 - z_4\,dz_3 = 0,$$

obtenue à l'aide du système (2') ou (2). L'intégration de (4) permet d'exprimer les coordonnées x, y, z d'un point d'une courbe I à l'aide

d'une seule variable t et d'une constante arbitraire C; le système (2') donnerait alors $\xi = \lambda(t, C)$, $\eta = \mu(t, C)$, et l'élimination de t donne l'intégrale complète de H, $\psi(\xi, \eta, C) = 0$.

» La méthode ne vaut rien dans le cas général, car les courbes I sont bien plus difficiles à trouver que les intégrales de H. Mais voici un cas particulier, qui a pour nous une importance capitale pour les applications des substitutions crémoniennes. Supposons la surface S de révolution autour de l'axe des z; l'équation de S sera

$$z = \varphi(r), \qquad r = (x^2 + y^2)^{\frac{1}{2}}, \qquad \operatorname{tang} \theta = \frac{y}{x};$$

l'équation (4) devient

$$(5) \qquad dz - r^2\, d\theta = 0,$$

et les courbes I se projettent sur xy suivant les courbes

$$\theta + C = \int \frac{dr}{r^2} \frac{d\varphi}{dr}.$$

Nous ramenons ainsi à des quadratures l'intégration de H, lorsque l'équation de S est $z = \varphi(\sqrt{x^2 + y^2})$, c'est-à-dire lorsque l'équation H est de la forme

$$\Phi\left[\frac{\xi^2}{\eta^2} + \frac{p^2}{(\eta - p\xi)^2}\right] = \frac{2\eta - p\xi}{\eta(\eta - p\xi)}$$

[obtenue en tenant compte de (1') et (2')], quelle que soit la fonction Φ.

» Si S est un conoïde ayant l'axe des z pour axe, on voit aisément que les courbes I sont les génératrices rectilignes, d'où une nouvelle catégorie d'équations différentielles H intégrables.

» L'équation (5) signifie, ainsi qu'il est facile de voir, que, si le point Z se meut sur une courbe I, l'aire balayée par le rayon vecteur r sur le plan des xy, comptée à partir d'une origine convenable, est égale au double de l'ordonnée z de Z. C'est une propriété géométrique des courbes intégrantes, curieuse en ce qu'elle subsiste pour *toute* équation différentielle H.

» On peut remarquer incidemment que, si l'on considère ξ, η, p comme les coordonnées d'un point de l'espace, les équations (1') et (2') définissent une *substitution birationnelle dans l'espace,* entièrement analogue aux substitutions Cremona du plan.

» Nous sommes maintenant à même d'aborder les applications des substi-

tutions quadratiques crémoniennes à l'intégration de l'équation différentielle du premier ordre. »

MÉCANIQUE. — *Sur une propriété de la surface* $xyz = l^3$. Note de M. G. FLOQUET, présentée par M. Darboux.

« Je considère la surface qui a pour équation en coordonnées rectangulaires

$$(S) \qquad xyz = l^3.$$

Supposant l'origine O fixe, j'imagine que cette surface roule sans glisser sur un plan fixe (P) et que la rotation instantanée OI, dirigée à chaque instant vers le point de contact M, soit proportionnelle à la longueur même du rayon OM,

$$\omega = n.\mathrm{OM}.$$

» Cherchons le mouvement du pôle M. Je désignerai par h la distance du plan (P) au point fixe, distance qui est au plus égale à $l\sqrt{3}$.

» Observons d'abord que, les coordonnées p, q, r du point I donnant lieu aux relations

$$pqr = n^3 l^3, \qquad \frac{1}{p^2} + \frac{1}{q^2} + \frac{1}{r^2} = \frac{9}{n^2 h^2}, \qquad p^2 + q^2 + r^2 = \omega^2,$$

leurs carrés sont les racines de l'équation

$$(1) \qquad \mathrm{X}^3 - \omega^2 \mathrm{X}^2 + \frac{9 n^4 l^6}{h^2} \mathrm{X} - n^6 l^6 = 0.$$

Or on a

$$\omega \frac{d\omega}{dt} = p\frac{dp}{dt} + q\frac{dq}{dt} + r\frac{dr}{dt}.$$

D'autre part, les parties positives des axes étant convenablement choisies, les équations différentielles en p, q, r sont ici

$$(2) \qquad \frac{dp}{dt} = \frac{p^2(q^2 - r^2)}{qr}, \qquad \frac{dq}{dt} = \frac{q^2(r^2 - p^2)}{rp}, \qquad \frac{dr}{dt} = \frac{r^2(p^2 - q^2)}{pq};$$

d'où l'on conclut

$$\omega \frac{d\omega}{dt} = -\frac{(q^2 - r^2)(r^2 - p^2)(p^2 - q^2)}{n^3 l^3}.$$

» En calculant alors le produit des différences des racines de l'équation (1), on trouve

$$(3) \qquad \omega\frac{d\omega}{dt} = 2\sqrt{-\omega^6 + \frac{81 n^2 l^6}{4h^4}\omega^4 + \frac{81 n^4 l^6}{2h^2}\omega^2 - 27 n^6 l^6\left(\frac{1}{4} + \frac{27 l^6}{h^6}\right)}.$$

Le polynôme en ω^2 sous le radical est seulement du troisième degré; ω^2 s'obtient donc par l'inversion d'une intégrale elliptique; on en déduira p, q, r en résolvant l'équation (1).

» Cela posé, employons les coordonnées habituelles ρ et θ pour définir la position du pôle sur le plan (P). En substituant dans (3) la valeur de ω^2,

$$\omega^2 = n^2(\rho^2 + h^2),$$

il viendra

$$(4) \quad \rho\frac{d\rho}{dt} = 2n\sqrt{-\left[\rho^6 - \frac{3(27 l^6 - 4h^6)}{4h^4}\rho^4 - \frac{3(27 l^6 - h^6)}{h^2}\rho^2 + \frac{(27 l^6 - h^6)^2}{h^6}\right]}.$$

Si l'on écrit ensuite que l'aire engendrée par OM, dans le système mobile, projetée sur le plan tangent en M, est égale à l'aire décrite dans le même temps dt par le rayon vecteur ρ, on trouve l'équation

$$(5) \qquad \rho^2\frac{d\theta}{dt} = 2nh\rho^2 - \frac{2n(27 l^6 - h^6)}{h^3},$$

qui, avec (4), détermine le mouvement cherché.

» On reconnaît aisément que les équations (4) et (5) définissent une herpolhodie, et qu'elles appartiennent à un mouvement de Poinsot, où le plan fixe est le plan (P), où la constante de la vitesse angulaire est $2n$, double de la première, où, enfin, les rapports à h^2 des carrés des demi-axes de la surface roulante sont les racines de l'équation

$$4\cos^2\lambda . Z^3 - 3Z - 1 = 0,$$

λ désignant l'angle aigu qui a pour cosinus $\left(\frac{h}{l\sqrt{3}}\right)^3$. Ces racines sont d'ailleurs

$$a' = \cos\frac{\lambda}{3}\operatorname{séc}\lambda, \qquad b' = -\cos\frac{\pi+\lambda}{3}\operatorname{séc}\lambda, \qquad c' = -\cos\frac{\pi-\lambda}{3}\operatorname{séc}\lambda;$$

a' est seule positive, de sorte que la quadrique est l'hyperboloïde à deux

nappes

$$(\mathrm{H})\qquad \frac{x^2}{\cos\frac{\lambda}{3}} - \frac{y^2}{\cos\frac{\pi+\lambda}{3}} - \frac{z^2}{\cos\frac{\pi-\lambda}{3}} = 3l^2\sqrt[3]{\text{séc}\lambda},$$

dont le cône asymptote est capable de trièdres trirectangles circonscrits.

» Par conséquent, *le mouvement du pôle n'est pas altéré quand on remplace la surface* (S) *par l'hyperboloïde* (H), *et la constante n par* $2n$.

» Notons, incidemment, que l'herpolhodie ne présentera des points d'inflexion que si $\cos^2\lambda$ est moindre que $\frac{27}{32}$.

» Lorsque les surfaces (S) et (H) se meuvent en roulant sur le plan fixe commun, les pôles suivent tous deux la même route avec la même vitesse. Supposons qu'à l'instant initial ils coïncident. A une époque quelconque, les deux surfaces toucheront alors le plan (P) au même point M, d'où il suit qu'elles seront en contact en ce point. Comme leurs vitesses angulaires sont dirigées suivant OM, elles rouleront sans glisser l'une sur l'autre. Ainsi (H) roule sur (S), regardée comme fixe, en tournant avec la vitesse angulaire $n.\mathrm{OM}$. Ici s'offre donc un mouvement *de Poinsot* où le plan fixe est remplacé par une surface courbe. Le cône du second degré roule sur un cône du douzième, et la polhodie roule sur la courbe d'intersection de ce dernier cône avec la surface (S).

» Les constantes a', b', c' jouent un rôle essentiel dans l'intégration des équations (2). Lorsqu'en effet une quadrique à centre est animée du mouvement de Poinsot, l'expression de la vitesse angulaire en fonction elliptique du temps est bien connue. Dans le cas actuel de l'hyperboloïde (H), son carré est

$$\omega_1^2 = -4n^2h^2[(a'b'+c')\sin^2 u + (a'c'+b')\cos^2 u],$$

en posant

$$u = am\left[2nh\sqrt{(a'-b')(1-c')}(t+\tau)\right],\qquad \text{mod} = \sqrt{\frac{(b'-c')(a'-1)}{(a'-b')(1-c')}}.$$

Or ω est la moitié de ω_1. Par suite, p^2, q^2, r^2 sont les racines de l'équation

$$h^2X^3 + n^2h^4[(a'b'+c')\sin^2 u + (a'c'+b')\cos^2 u]X^2 + 9n^4l^6X - n^6h^2l^6 = 0. »$$

PHYSIQUE. — *Remarques sur un calcul de M.* Van t' Hoff *relatif à la tension de vapeur des dissolutions*. Note de M. **F.-M. Raoult**, présentée par M. Berthelot.

« D'après M. Van t' Hoff, le degré de concentration d'une dissolution étendue est lié à la pression osmotique et à la température par la relation suivante

$$(1) \qquad PV = 845 \times iT,$$

dans laquelle P est la pression osmotique, V le volume de la dissolution qui renferme 1^{mol} de substance dissoute, T la température absolue et i un certain coefficient pouvant varier avec la nature du dissolvant et du corps dissous. (*Kongl. svenska vatenscaps-academiens handlingar,* Bandet 21, n° 17. Stockholm, 1886.)

» La quantité i, ainsi définie, et la diminution de tension de vapeur d'une dissolution étendue d'un corps fixe dans un liquide volatil sont, d'après le même savant, unies par la relation

$$(2) \qquad i = 101 \times \frac{m}{M}\Delta,$$

dans laquelle m est le poids moléculaire du corps fixe dissous, M le poids moléculaire du dissolvant, Δ la diminution relative de tension de vapeur produite par 1^{gr} de substance dans 100^{gr} de dissolvant.

» Les calculs de M. Van t' Hoff montrent encore que la quantité i est tout aussi étroitement liée à la solubilité des corps gazeux, à la pression osmotique, au point de congélation des dissolutions. La grandeur de cette quantité peut donc être déterminée par expérience et de plusieurs manières. Or, quelle que soit la méthode employée, on trouve presque toujours pour i une valeur voisine de l'unité. Il n'y a guère d'exceptions que pour les dissolutions des sels dans l'eau. La valeur normale de i est d'ailleurs indépendante de la nature du dissolvant. En effet, M. Van t' Hoff, en faisant $i = 1$ dans la formule (5) ci-dessous, a calculé les abaissements du point de congélation des dissolutions étendues préparées avec divers dissolvants tels que l'eau, l'acide acétique, l'acide formique, la benzine, la nitrobenzine, le bibromure d'éthylène; et, chose remarquable, il a toujours obtenu ainsi des nombres presque identiques à ceux que j'avais trouvés antérieu-

rement par expérience, comme représentant les abaissements normaux de congélation dans les mêmes dissolvants (*Comptes rendus*, 27 novembre 1882). Il faut donc admettre avec le savant hollandais que, pour la plupart des corps dissous dans un liquide quelconque, on a

$$i = 1. \tag{3}$$

» Introduisant cette valeur de i dans l'équation (2), il vient

$$\frac{1}{101} = \frac{m}{M}\Delta. \tag{4}$$

» Or le produit $\frac{m}{M}\Delta$ représente, comme je l'ai fait voir ailleurs, la diminution relative de tension produite par 1^{mol} de substance fixe dans 100^{mol} de substance volatile. L'expression précédente (4) peut donc se traduire, comme il suit, en langage ordinaire :

» 1^{mol} *de substance fixe, en se dissolvant dans* 100^{mol} *d'un liquide volatil quelconque, diminue la tension de vapeur de ce liquide d'une fraction constante de sa valeur et égale à* $\frac{1}{101}$ *ou* 0,0099.

» Ce résultat théorique se confond presque entièrement avec la conclusion que j'ai tirée de mes expériences (*Comptes rendus*, 6 décembre 1886 et 23 mai 1887). Toute la différence consiste en ce que le coefficient 0,0099, indiqué par le calcul, est un peu plus faible que le coefficient 0,0105, que m'a fourni l'observation ; mais cet écart ne paraît pas excessif quand on songe que, pour établir la formule (4), il faut appliquer aux vapeurs saturées des lois qui ne se vérifient exactement que pour les gaz parfaits.

» L'abaissement α du point de congélation, produit par 1^{mol} dissoute dans 100^{mol} dissolvantes, est, d'après M. Van t' Hoff, donné par l'expression

$$\alpha = 0,02 \times \frac{T^2}{L} i, \tag{5}$$

dans laquelle T est la température absolue de congélation du dissolvant et L sa chaleur latente moléculaire de fusion.

» D'autre part, la diminution relative de tension de vapeur β, pour la même dissolution, est, comme l'indique la formule (2),

$$\beta = \frac{i}{101}. \tag{6}$$

» Le rapport entre l'abaissement du point de congélation α et la dimi-

nution relative de tension de vapeur β, pourune même dissolution, est donc

$$(7) \qquad \frac{\alpha}{\beta} = 0{,}02 \times \frac{T^2}{L} \times 101,$$

quantité indépendante de i et qui reste évidemment la même tant que le dissolvant ne change pas. Donc : *pour toutes les dissolutions faites dans un même dissolvant, il y a un rapport constant entre l'abaissement moléculaire du point de congélation et la diminution moléculaire de tension de vapeur.*

» Cette nouvelle conclusion théorique est elle-même entièrement conforme à celle que j'ai déduite de mes expériences sur les dissolutions faites dans l'eau et dans la benzine (*loc. cit.*)

» La valeur numérique de $\frac{\alpha}{\beta}$, pour les dissolutions aqueuses, peut s'obtenir en faisant, dans la formule (7), $T = 273°$ et $L = 1430$. On trouve ainsi $\frac{\alpha}{\beta} = 104{,}8$, nombre qui ne diffère pas sensiblement de 105 obtenu par M. Güldberg (*Comptes rendus*, t. LXX; 1870) et de 104,5 obtenu par M. Kolacek (*Wiedemanns' Annalen*, t. XV; 1882) à l'aide de calculs différents. Or l'expérience m'a donné, pour les mêmes dissolutions, $\frac{\alpha}{\beta} = 100$ à peu près (*Comptes rendus*, 22 juillet 1878 et 23 mai 1887). L'accord entre l'expérience et la théorie est donc, sur tous les points, aussi complet qu'on peut le désirer en pareille matière. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *La température interne des glaciers.* Note de MM. **Ed. Hagenbach** et **F.-A. Forel.**

« L'année dernière, deux observations de M. Forel avaient montré que la température des parois de la grotte naturelle du glacier d'Arolla doit être au-dessous du zéro de l'échelle centigrade : des trous forés dans la glace et remplis d'eau de fusion s'obstruaient en quelques jours par congélation de l'eau; dans une chambre de la grotte, où l'air était immobile, les parois étaient revêtues de cristaux de sublimation, des trémies à base hexagonale ([1]). L'un et l'autre de ces faits prouvaient que le corps du glacier était plus froid que 0° C.

» Pour vérifier cette conclusion, M. Hagenbach avait essayé quelques déterminations thermométriques provisoires; il avait vu la colonne de mercure s'arrêter à quelques centièmes de degré au-dessous de zéro.

([1]) F.-A. Forel, *Études glaciaires.* II. *La grotte naturelle du glacier d'Arolla* (*Archives de Genève*, t. XVII, 469; 1887).

» L'intérêt capital de ces faits et conclusions pour la théorie des glaciers nous a engagés à reprendre plus attentivement ces expériences.

» Nous avons fait construire par M. C. Kramer, de Fribourg en Brisgau, des thermomètres de précision, en verre d'Iéna, longs de $0^m,60$, gradués en centièmes de degré C. autour du point zéro, qui était à environ $0^m,45$ de la boule; avec la loupe nous pouvions facilement lire le millième de degré. Nous sommes retournés à Arolla et, du 21 au 27 août 1887, nous avons mesuré la température du glacier dans la grotte naturelle, qui nous offrait les conditions les plus favorables d'expérimentation.

» Nous avons d'abord déterminé le point zéro de nos thermomètres. Le seul facteur important dont nous ayons eu à évaluer l'effet était l'angle d'inclinaison du thermomètre, qui, entre l'horizontale et la verticale, faisait varier l'équation de $\frac{7}{100}$ à $\frac{10}{100}$ de degré suivant l'instrument. Nous n'avons pas eu à faire la correction de la pression atmosphérique, toutes nos observations ayant lieu à la même altitude; les températures que nous avions à mesurer étant très près de zéro, nous n'avons pas eu à faire, sur place, la vérification ni du calibrage du tube des thermomètres, ni de l'exactitude de la graduation, les erreurs possibles de ce fait étant absolument négligeables.

» L'équation de nos instruments déterminée, nous avons placé les thermomètres dans des trous pris dans la paroi de la grotte; la disposition que nous avons choisie est la suivante. Un tube de $0^m,45$ de profondeur et de $0^m,03$ de diamètre plongeait dans la masse de glace sous un angle de 30° à 40°; nous le remplissions à moitié de pétrole [1]; nous y introduisions le thermomètre et nous fermions l'ouverture avec un tampon de ouate et de neige, le tube de l'instrument sortant assez à l'extérieur pour que nous pussions faire directement la lecture de la température. Au bout de quelques heures, le mercure du thermomètre arrivait à l'équilibre stable; nous l'avons cependant toujours laissé en observation au moins pendant vingt-quatre heures. Nous avions soin de placer deux thermomètres dans la même direction, afin qu'ils se contrôlassent mutuellement.

» Nous avons établi cinq stations différentes en divers points de la grotte et nous avons, toutes corrections faites, obtenu les températures suivantes :

Stations.	°	Stations.	°
A	— 0,023	D	— 0,009
B	— 0,002	E	— 0,031
C	— 0,009		

[1] Le mélange de pétrole et de glace ne fait pas varier le point de congélation.

» La thermométrie nous amène donc au même résultat que l'observation des trous de contrôle pleins d'eau, qui se rétrécissent progressivement par apposition de couches concentriques de glace de nouvelle congélation : la masse du glacier était à quelques centièmes de degré au-dessous de zéro, à $0^m,45$ de profondeur dans la paroi. Sa température variait de $-0^\circ,002$ à $-0^\circ,031$.

» Quelle est la signification de cette température inférieure à zéro dans la glace dont la surface était incontestablement en état de fusion? Trois explications se présentaient à nous :

» 1° Ou bien ce serait un fait d'abaissement du point zéro dû à l'impureté de la glace. Une solution d'eau salée se congèle ou entre en fusion à une température inférieure à 0°. Cette interprétation est éliminée par le fait que, dans notre établissement du zéro, la glace pilée ou la neige qui entourait les thermomètres était baignée par la même eau de fusion qui, dans le glacier, pouvait s'écouler entre les grains cristallins.

» 2° Ou bien ce serait un fait de conservation de la température hivernale. Le glacier est un bloc de glace qui se refroidit en hiver et revient en été à l'état de glace fondante. Avions-nous encore, au moment de nos observations, des restes de la température de congélation de l'hiver précédent? L'étude des conditions de la grotte en 1887 nous force à écarter cette hypothèse. Tandis qu'en juillet 1886 la galerie fermée à l'une de ses extrémités pouvait, dans certaines de ses chambres, avoir résisté à l'effet de la chaleur de l'été, il était inadmissible qu'à la fin d'août 1887, après trois mois de beau temps continu, la grotte, parcourue par un violent courant d'air, ne fût pas entièrement remontée à l'état de glace fondante. Les différences de température entre nos diverses stations ne correspondaient du reste en rien à ce qu'aurait expliqué une pareille supposition.

» 3° Reste une seule explication, parfaitement plausible, à laquelle nous nous tenons. Les pressions supérieures abaissent le point de fusion de toute substance dont la densité est plus grande à l'état liquide qu'à l'état solide, de la glace en particulier. James Thomson, sir W. Thomson, Clausius, Mousson ont prouvé, soit par des considérations théoriques, soit par l'expérience en laboratoire, que cet abaissement du point de fusion est de $0^\circ,0075$ par atmosphère de pression. Dans le glacier, le poids des couches supérieures comprime les couches inférieures, et y occasionne des pressions considérables ; le glacier d'Arolla mesure, au-dessus de quelques-unes de nos stations, jusqu'à 40^m d'épaisseur de glace. Une telle pression doit abaisser le point de fusion de la glace de quelques centièmes de degré, si elle est à son maximum d'effet.

» Les différences de température que nous constatons dans nos diverses stations s'expliquent facilement par les variations de la pression, suivant que le glacier, au point considéré, repose directement sur le sol et subit par conséquent une pression maxima, ou que, excavé par-dessous en voûtes surbaissées, et plus ou moins suspendu en l'air, il est soumis seulement à une fraction de cette pression.

» Notre conclusion, formulée comme suit : « La température inférieure » à zéro que nous avons constatée dans le glacier d'Arolla est l'effet de la » pression, qui abaisse le point de fusion de la glace », est donc une heureuse vérification dans la nature des faits élucidés par la théorie, et étudiés jusqu'à présent dans le laboratoire seulement. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations sur le Gulf-Stream.* Note de M. **J. Thoulet**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« M. Bouquet de la Grye a démontré que la connaissance de la densité de l'eau en divers points de la mer permettait de se former une idée du niveau relatif de cette eau en ces divers points, de dresser une sorte de plan orographique de la surface de l'Océan et, par conséquent, de se rendre compte des courants marins constitués par de l'eau glissant le long de sa pente liquide tout comme elle le ferait sur un sol solide. Pour obtenir ce résultat, il faut considérer la densité *actuelle* de l'eau *in situ* qui est en même temps fonction de la température et de la salinité; ces deux caractères, agissant en sens inverse l'un de l'autre, sont inséparables. On nivelle l'Océan avec un aréomètre comme on nivelle une contrée montagneuse avec le baromètre.

» Appliquant ce principe aux densités prises par moi pendant la campagne de la frégate *la Clorinde* de France à Terre-Neuve et autour de l'île en 1886, j'ai dressé une série de profils en long de l'Atlantique et, combinant mes observations à celles de M. Buchanan à bord du *Challenger,* j'ai dessiné un profil en long et plusieurs profils en travers du Gulf-Stream. Ces tracés rendent manifestes les caractères suivants :

» Le Gulf-Stream est semblable à un fleuve; sa ligne de crête, en pente tout le long de son cours, est plus inclinée dans le voisinage de sa source que vers son embouchure. Une vallée à pente relativement abrupte le sépare, sur sa rive gauche, du courant des États-Unis venant de Terre-Neuve et se dirigeant vers le sud; son flanc droit, en pente plus douce, tournée du côté de l'Océan, offre une largeur plus considérable et ainsi

s'explique le charriage des bois flottés d'Amérique vers le nord-ouest de l'Europe.

» La mer de Cabot, formée par les côtes ouest de Terre-Neuve, du Labrador, du Canada, du Nouveau-Brunswick, de l'île du Prince-Edward et du cap Breton, est le vaste estuaire du fleuve Saint-Laurent dont le courant, passant entre l'île d'Anticosti et le cap Gaspé, puis entre l'île Saint-Paul et le cap Nord de l'île du Cap-Breton, débouche dans l'Atlantique par le détroit de Cabot, en heurtant le Gulf-Stream, dont il ralentit la vitesse, et en laissant, comme delta sous-marin, les bancs s'étendant le long des États-Unis, depuis le grand banc de Terre-Neuve.

» Le courant polaire oriental, venu de la mer de Baffin, contourne l'île de Terre-Neuve à l'est et finit par heurter perpendiculairement le Gulf-Stream. Contrairement à ce qu'on pensait, ses eaux, quoique plus froides, sont un peu plus légères, de sorte que, loin de passer au-dessous des eaux plus chaudes du Gulf-Stream, elles se mélangent à elles en arrêtant presque complètement leur vitesse. Ce brassage des eaux est activé par les icebergs qui fondent et y chavirent. Après la rencontre du courant polaire oriental, le Gulf-Stream n'existe pour ainsi dire plus ; ses eaux attiédies se sont étalées et, bien qu'elles possèdent une direction générale vers le nord-est, balayées par les vents réguliers, elles obéissent surtout à leur impulsion ainsi qu'aux nombreuses autres causes accessoires qui intéressent l'économie des courants. Le Gulf-Stream est alors dans les meilleures conditions pour adoucir le climat de l'Europe occidentale, mais il n'a plus son individualité : il est devenu une simple dérive sans profondeur et se comparerait volontiers à un fleuve puissant qui s'est perdu dans des marécages. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Recherches sur la répartition de la température et de la pression atmosphérique à la surface du globe.* Note de M. **Alexis de Tillo.** (Extrait.)

« Les publications récentes de M. Léon Teisserenc de Bort et de M. J. Hann, de Vienne, m'ont conduit aux recherches que je vais exposer. J'ai tracé sur des Cartes du globe les isothermes et les isobares moyennes de l'année et des mois de janvier et de juillet. Ces Cartes sont construites d'après la projection équivalente cylindrique droite de Lambert. Puis, à l'aide d'un planimètre, système Amsler, j'ai mesuré les aires comprises

entre les lignes isothermes et les aires comprises entre les lignes isobares. Enfin, j'ai calculé : la répartition des pressions barométriques, les pressions barométriques moyennes, la distribution des températures, les températures moyennes des zones, les températures moyennes des continents et des mers, et j'ai cherché des relations entre les amplitudes extrêmes des températures et des pressions atmosphériques moyennes du globe.

» Voici quelques-unes des conclusions auxquelles je suis parvenu :

» 1. Pour les zones entre 50°-0° nord et 0°-50° sud, la superficie des pressions $\left\{\begin{matrix}\text{basses}\\ \text{hautes}\end{matrix}\right.$ du mois de janvier correspond strictement à la superficie des pressions $\left\{\begin{matrix}\text{hautes}\\ \text{basses}\end{matrix}\right.$ du mois de juillet.

» Les pressions $\left\{\begin{matrix}\text{basses}\\ \text{hautes}\end{matrix}\right.$ occupent au mois de janvier $\frac{41}{59}$ et au mois de juillet $\frac{66}{34}$ pour 100 de l'hémisphère boréal.

» 2. En passant du mois de janvier au mois de juillet, la pression $\left\{\begin{matrix}\text{diminue}\\ \text{augmente}\end{matrix}\right.$ dans l'hémisphère $\left\{\begin{matrix}\text{boréal}\\ \text{austral}\end{matrix}\right.$ de $\left\{\begin{matrix}3^{mm},18\\ 2^{mm},62\end{matrix}\right.$. La moyenne de ce changement, $2^{mm},90$, est égale à la différence des pressions entre les zones 50°-0° nord et 0°-50° sud, qui est de $2^{mm},96$ au mois de janvier et de $2^{mm},81$ au mois de juillet.

» La pression annuelle moyenne pour l'hémisphère boréal, ainsi que pour toute la superficie entre 90° nord et 50° sud, est égale à $760^{mm},2$. M. Kleiber a trouvé, par d'autres procédés moins sûrs, $759^{mm},2$.

» 3. L'hémisphère boréal contient 14 pour 100 de régions froides, 35 pour 100 de régions tempérées et 51 pour 100 de régions chaudes. M. Supan a trouvé d'une autre manière, pour ces mêmes régions, respectivement : 15, 32 et 53 pour 100.

» 4. La température moyenne annuelle de l'hémisphère boréal est égale à 15,45 : janvier 8,3, juillet 22,6. Les chiffres de M. Spitaler, de Vienne, sont : année 15,4; janvier 8,0; juillet 22,5, obtenus par une tout autre méthode que la mienne.

» Les $\left\{\begin{matrix}\text{températures}\\ \text{pressions}\end{matrix}\right.$ annuelles, obtenues directement en mesurant les superficies entre les $\left\{\begin{matrix}\text{isothermes}\\ \text{isobares}\end{matrix}\right.$ annuelles, ne diffèrent qu'insensiblement des moyennes calculées d'après les mois de janvier et juillet.

» 5. Les continents, dans leur ensemble, sont de 3° C. plus froids que les mers (entre 90° N. et 50° lat. S.). Le nouveau continent est de 3°

plus froid que le vieux continent. L'Atlantique est aussi de 2°,6 plus froid que l'océan Pacifique. Donc le nouveau continent avec l'Atlantique est sensiblement plus froid que le vieux monde avec l'océan Pacifique, et de même tous les continents avec l'Atlantique sont plus froids que l'océan Pacifique. Il est intéressant de classer les continents et les mers d'après leurs températures annuelles et mensuelles :

Année.	Températures moyennes.	Janvier.	Températures moyennes.	Juillet.	Températures moyennes.
Afrique	+26°,4	Australie	+29°,4	Afrique	+27°,1
Amérique du Sud	+23,0	Amérique du Sud	+25,1	Ancien continent	+24,5
Australie	+22,3	Afrique	+23,7	Asie et Europe	+23,1
Océan Indien	+20,4	Toutes les mers (¹)	+17,9	Tous les continents	+22,9
Océan Pacifique	+19,6	Tous les continents (¹)	+ 7,3	Amérique du Sud	+20,9
Toutes les mers (¹)	+18,3	Ancien continent	+ 6,4	Nouveau continent	+20,2
Océan Atlantique	+17,0	Nouveau continent	+ 5,3	Amérique du Nord	+19,7
Ancien continent	+15,8	Asie et Europe	— 3,0	Toutes les mers	+19,2
Tous les continents (¹)	+15,0	Amérique du Nord	— 8,7	Australie	+16,4
Nouveau continent	+12,9				
Asie et Europe	+10,0				
Amérique du Nord	+ 4,7				

» 6. Pour les conditions générales de notre atmosphère, quand la température moyenne $\left\{\begin{array}{l}\text{diminue}\\ \text{augmente}\end{array}\right.$ dans les limites de 1°,6 à 4°,7, la pression $\left\{\begin{array}{l}\text{augmente}\\ \text{diminue}\end{array}\right.$ de 1^{mm}. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un ditérébenthyle.* Note de M. **Adolphe Renard**, présentée par M. Berthelot.

« Les huiles de résine provenant de la distillation de la colophane sont constituées, en presque totalité, par un hydrocarbure bouillant au delà de 300° que l'on peut facilement obtenir en soumettant l'huile à un lavage à la lessive de soude, dans le but de la débarrasser des produits résineux qu'elle renferme, puis à un lavage à l'eau et enfin à quelques distillations fractionnées. L'huile ayant une grande tendance à s'émulsionner avec les

(¹) Entre 90° N. et 50° lat. S.

lessives alcalines ou même l'eau, il est indispensable de toujours verser l'huile dans la lessive bouillante. Par le repos, l'huile remonte à la surface ; on la dessèche en la maintenant pendant quelques instants à une température de 110° à 120° et, après trois ou quatre rectifications, elle fournit un hydrocarbure $C^{20}H^{30}$ sous forme d'une huile incolore, bouillant à 343°-346°. Sa densité à + 18° = 0,9688. Son pouvoir rotatoire, pour une colonne de 10^{cm} et la lumière du sodium = + 59°. Son indice de réfraction = 1,53.

» Son analyse a donné les résultats suivants :

				Calculé pour $C^{20}H^{30}$.
C.............	88,5	88,4	88,6	88,89
H.............	11,3	11,3	11,2 [1]	11,11

» Sa densité de vapeur, déterminée par la méthode de Dumas sous pression réduite (h = 236) dans la vapeur de mercure, = 9,6 (calcul 9,56).

» Ce carbure se rapprochant par ses propriétés, et particulièrement par l'action qu'exerce sur lui la chaleur, des carbures de la série térébique, je crois pouvoir le considérer comme un ditérébenthyle formé par l'union, avec perte de 2^{at} d'hydrogène, de 2^{mol} de térébenthène

$$C^{10}H^{15}-C^{10}H^{15}.$$

» Étendu en couche mince au contact de l'air, il absorbe en quinze jours environ $\frac{1}{10}$ de son poids d'oxygène et se transforme en une sorte de vernis poisseux.

» L'acide chromique, en solution acétique, le transforme presque complètement, à l'ébullition, en acide carbonique et oxyde de carbone ; le permanganate de potassium, en solution aqueuse, en acide carbonique, acides formique, acétique et propionique.

» Versé peu à peu dans de l'acide nitrique fumant bien refroidi, il s'y dissout sans dégagement de vapeurs nitreuses et, par addition d'eau, il se sépare un dérivé trinitré $C^{20}H^{27}(AzO^2)^3$ qui, après dessiccation dans le vide, se présente sous forme d'une poudre jaune, soluble dans l'alcool et l'éther.

---

[1] L'excès d'hydrogène et le manque de carbone doivent être attribués à la présence d'une petite quantité d'un hydrocarbure plus hydrogéné, sur lequel je me propose de revenir plus tard.

» Son analyse a donné les résultats suivants :

			Calculé.
C..........	58,9	59,0	59,2
H..........	6,5	6,6	6,6
Az.........	9,9	»	10,4

» L'acide chlorhydrique gazeux le transforme, en solution éthérée, en un sous-chlorhydrate $C^{20}H^{30}, \frac{1}{2}HCl$ (trouvé 5,8 Cl pour 100, calculé 6,1 pour 100) liquide, qu'on peut isoler par évaporation dans le vide, en présence de potasse, de l'éther et de l'acide chlorhydrique en excès.

» Le brome agit sur lui avec violence; en opérant en solution sulfocarbonique à $-10°$, il se forme un bibromure $C^{20}H^{30}Br^2$ qui, par évaporation du sulfure de carbone, se décompose en dégageant de l'acide bromhydrique.

» En faisant réagir directement l'hydrocarbure sur le brome sous l'eau, on obtient un dérivé hexabromé $C^{20}H^{24}Br^6$ (trouvé 64,6 Br pour 100, calculé 64,55), sous forme d'une masse amorphe brun foncé, solide, fusible avant 100°, soluble dans l'alcool et l'éther.

» L'acide sulfurique ordinaire le transforme en acide ditérébenthyl-sulfonique, qu'on obtient en mélangeant peu à peu le carbure à l'acide. La masse devient épaisse. Après quelques heures on traite par l'eau et l'on ajoute de l'essence de pétrole. Par le repos, la liqueur se sépare en trois couches : une couche inférieure formée par une dissolution de l'acide sulfurique en excès dans l'eau; une couche intermédiaire constituée par le dérivé sulfonique et une couche supérieure qui est une solution dans l'essence d'hydrocarbure non attaqué que l'on peut soumettre à nouveau, après distillation, à l'action de l'acide sulfurique; mais il est à observer qu'il reste toujours une certaine quantité d'huile, inattaquable par l'acide, constituée par un nouvel hydrocarbure que je me propose d'étudier.

» Quant à la couche intermédiaire, après l'avoir séparée de l'eau acide au-dessus de laquelle elle surnage, on la dissout dans l'eau et on la sature par de l'ammoniaque. Par addition de chlorure de sodium, du ditérébenthyl-sulfonate d'ammonium se sépare sous forme de flocons jaunâtres qu'on lave à l'eau salée. Ce sel peut être employé pour la préparation de l'acide ditérébenthyl-sulfonique ou de ses sels.

» *Acide ditérébenthyl-sulfonique* $C^{20}H^{29}(SO^3H)$. — S'obtient en décomposant la solution aqueuse de son sel d'ammonium par de l'acide sulfurique; on agite avec de la benzine qui le dissout, puis l'abandonne par évaporation sous forme d'une masse brun noirâtre. Il est soluble dans l'eau,

l'alcool, l'éther, la benzine, insoluble dans l'essence de pétrole. Ses solutions sont très fluorescentes, brunes par transmission, vertes par réflexion. Le chlorure de sodium, l'acide sulfurique, le sulfate de sodium, le chlorure de calcium le séparent de sa solution aqueuse. Il décompose les carbonates alcalins et alcalino-terreux.

» *Ditérébenthyl-sulfonate d'ammonium.* — Soluble dans l'eau, sa solution présente une fluorescence très prononcée; le sel marin le sépare de sa solution aqueuse sous forme de flocons jaunes qui, par le repos, s'agglutinent facilement.

» *Ditérébenthyl-sulfonates de baryum, de calcium, de cuivre, de plomb.* — Sont insolubles dans l'eau et s'obtiennent par double décomposition sous forme de précipités denses s'agglutinant facilement par le repos. Sont solubles dans l'alcool, l'éther, la benzine. Ils brûlent avec une flamme fuligineuse.

» *Sel de baryum* $(C^{20}H^{29}SO^3)^2Ba$ (séché à 100°). — Son analyse a donné les résultats suivants :

		Calculé.
C........................	57,8	57,47
H........................	6,9	6,94
Ba........................	16,1	16,42

» *Sel de calcium* $(C^{20}H^{29}SO^3)^2Ca$. — Trouvé 5,4 Ca pour 100, calculé 5,42.

» *Sel de cuivre* $(C^{20}H^{29}SO^3)^2Cu$. — Trouvé 7,9 Cu pour 100, calculé 8,33.

» *Sel de plomb* $(C^{20}H^{29}SO^3)^2Pb$. — Trouvé 22,6 Pb pour 100, calculé 22,87. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés métalliques de l'acétylacétone.* Note de M. **Alphonse Combes**, présentée par M. Friedel.

« Dans plusieurs Mémoires précédents [1], j'ai eu l'honneur d'exposer à l'Académie les méthodes de préparation et quelques propriétés de l'acétylacétone et de ses homologues. Depuis j'ai décrit un grand nombre de réactions qui ne permettent aucun doute sur la constitution de l'acétylacétone : je citerai particulièrement l'hydrogénation en solution acide qui

---

[1] *Comptes rendus*, t. CIII, p. 814, et t. CIV, p. 855 et 920.

fournit un glycol nouveau, le glycol amylique normal bisecondaire symétrique, l'action du perchlorure de phosphore, de l'hydroxylamine et de la phénylhydrazine. Toutes ces réactions, jointes à l'action de la potasse aqueuse qui dédouble l'acétylacétone en acétone et acétate de potasse, assignent à ce composé la formule suivante :

$$CH^3-CO-CH^2-CO-CH^3.$$

» J'ai déjà montré que les atomes d'hydrogène du chaînon central CH^2 du groupement ($CO-CH^2-CO$) caractéristique de l'acétylacétone présentent de remarquables analogies avec les hydrogènes des oxhydryles acides : ils ne sont point attaquables par l'action directe du chlore, et on peut leur substituer du sodium avec la plus grande facilité. Je me propose de faire voir aujourd'hui que l'acétylacétone et ses homologues agissent sur les sels métalliques comme de véritables acides forts, et qu'on peut obtenir avec tous les métaux une classe nouvelle de composés cristallisés, parfaitement définis, les *acétylacétonates*, qui répondent à la formule générale

$$(C^5H^7O^2)^nM,$$

M étant un métal d'atomicité n.

» *Acétylacétonates de potassium et de sodium.* — J'ai déjà montré qu'on peut obtenir ces sels en faisant agir le sodium ou le potassium sur l'acétylacétone; il se forme un corps blanc amorphe dont la formule est

$$CH^3-CO-CHNa-CO-CH^3.$$

» Ce mode de préparation est long et pénible, mais on peut aisément obtenir ces sels cristallisés, en petits prismes hexagonaux appartenant à la symétrie orthorhombique en faisant tomber dans une solution alcoolique d'acétylacétone une solution titrée d'alcoolate de soude ou de potasse; ces solutions doivent être faites dans l'alcool absolu. La précipitation est immédiate et complète; ces sels sont assez solubles dans l'alcool absolu, mais insolubles dans l'éther; il est facile par ce moyen d'obtenir en quelques minutes des masses considérables de ces sels.

» *Acétylacétonate de magnésium.* — Quand on projette, dans une solution aqueuse chaude d'acétylacétone, du carbonate de magnésie, il se dissout avec une vive effervescence. On ajoute un excès de carbonate et l'on filtre bouillant; par refroidissement et évaporation dans le vide, il se dépose de très beaux cristaux incolores, transparents, présentant la forme de

prismes hexagonaux orthorhombiques. Ils se laissent parfaitement dessécher à 125° sans décomposition et répondent à la formule

$$(C^5H^7O^2)^2\,Mg.$$

Acétylacétonate d'aluminium. — On l'obtient en assez grandes quantités dans la préparation de l'acétylacétone, sous la forme d'une masse gélatineuse insoluble dans l'eau. Il résulte de l'action de l'acétylacétone sur l'hydrate d'alumine en solution chlorhydrique étendue; il est complètement insoluble dans l'eau, mais très soluble dans l'alcool fort, un peu moins dans l'éther. Il se dépose par évaporation de ces solutions en cristaux à éclat nacré, présentant la même forme cristalline que les sels précédents. Il se décompose facilement par la chaleur, et ne doit pas être séché à une température supérieure à 100° ; son analyse lui assigne la formule

$$(C^5H^7O^2)^6\,Al^2.$$

Acétylacétonate de cuivre. — On peut l'obtenir par deux procédés différents. On traite une solution peu concentrée d'acétate de cuivre par une solution aqueuse chaude saturée d'acétylacétone; il se précipite immédiatement de jolies aiguilles d'un bleu pâle qui, examinées au microscope, se présentent sous la forme de petits prismes hexagonaux orthorhombiques. Ce sel est complètement insoluble dans l'eau, et, en solution un peu étendue, la précipitation du cuivre de l'acétate est complète. On peut l'obtenir en gros cristaux en traitant une solution de chlorure cuivrique étendue par une solution bouillante d'acétylacétone : il se dépose peu à peu de gros cristaux bleus du sel de cuivre ; son analyse, faite sur du sel séché à 125°, répond exactement à la formule

$$(C^5H^7O^2)^2\,Cu.$$

» *Acétylacétonate de fer.* — Quand on traite une solution d'acétylacétone par le chlorure ferrique, elle prend une coloration rouge foncé; agitée avec de l'éther, elle le colore en rouge, et l'évaporation de ce dissolvant abandonne de petits cristaux d'un rouge vif tout à fait analogues à ceux du sel d'alumine. Il vaut mieux préparer ce sel en décomposant par l'acétylacétone le carbonate de fer. Ce sel, comme celui d'alumine, est facilement décomposable par la chaleur. La coloration rouge que prennent les solutions d'acétylacétone traitées par le chlorure ferrique est une réaction d'une extrême sensibilité, pour reconnaître une trace d'acétylacétone ou d'un sel de fer.

» *Acétylacétonate de plomb.* — S'obtient, comme le composé magnésien, par décomposition de carbonate de plomb. Il est, comme lui, soluble dans l'eau et présente la même forme cristalline.

» Il résulte de ce qui précède et des essais que j'ai faits jusqu'à présent que l'acétylacétone décompose tous les carbonates, même celui de potasse; qu'elle déplace l'acide acétique de l'acétate de cuivre et même l'acide chlorhydrique; elle agit donc sur les sels métalliques comme un acide fort; et, jusqu'ici, rien ne distingue son action de celle d'un acide monobasique, mais certaines propriétés de ses sels distinguent nettement cette fonction de la fonction acide proprement dite :

» 1° Les composés de potassium et de sodium, traités par l'eau chaude, se dédoublent en acétone et acétate alcalin.

» 2° Les composés d'alumine et de fer en solution alcoolique ne sont pas décomposés par l'ammoniaque.

» 3° Enfin, si, au moyen du composé de sodium et de l'iodure de méthyle, on prépare un dérivé méthylé de l'acétylacétone, on obtient, comme je l'ai montré, une nouvelle diacétone, la *méthylacétylacétone* bouillant à 165°, qui jouit encore des mêmes propriétés acides que l'acétylacétone elle-même; c'est ainsi qu'une trace de ce corps, ajoutée à une solution étendue d'acétate de cuivre, précipite à froid un sel bleu tout à fait semblable à l'acétylacétonate de cuivre, et précipite également les alcoolates alcalins.

» En résumé, l'acétylacétone agit sur les sels métalliques comme un acide fort, et son groupement fonctionnel ($CO-CH^2-CO$) jouit des propriétés caractéristiques du groupement fonctionnel CO^2H des acides, et s'en distingue en ce que les deux hydrogènes qu'il contient sont capables de réagir successivement.

» Je n'ai pas encore obtenu les sels de la forme

$$(C^5H^6O^2)M,$$

M étant un métal diatomique; mais, comme je l'ai montré avec la méthylacétylacétone, on peut obtenir les sels

$$[(C^5H^6O^2)R]^nM,$$

R étant un radical alcoolique quelconque et M un métal d'atomicité n [1]. »

---

[1] Travail fait au laboratoire de M. Friedel, à la Faculté des Sciences.

ZOOLOGIE. — *Sur un nouveau genre de Lombriciens phosphorescents et sur l'espèce type de ce genre*, Photodrilus phosphoreus *Dugès*. Note de M. A. Giard.

« On a signalé bien souvent l'existence de la fonction photogénique chez certains Lombriciens; mais très rarement les espèces qui présentent cette particularité ont été décrites d'une façon suffisante et les conditions dans lesquelles se produit la phosphorescence sont encore assez mal connues. Pendant les mois d'août et septembre, j'ai observé à Wimereux, dans les allées d'un jardin assez éloigné de la mer, un Ver de terre lumineux qui me paraît appartenir à un genre nouveau du groupe des Lombriciens postclitelliens de Perrier, voisin des *Plutellus* et surtout des *Pontodrilus*. Il suffisait, le soir, surtout par les temps humides, de piétiner ou de racler le gravier des chemins pour obtenir un spectacle féerique : une foule de points lumineux d'un beau vert opalescent s'allumaient aussitôt. Ces points étaient de dimensions inégales; les plus gros produisaient une lumière aussi intense que celle de nos lampyres et visible même dans une chambre éclairée par une bonne lampe. En prenant l'un de ces points et en le frottant entre les mains, on rend en peu de temps lumineuses les deux faces palmaires. Dans le voisinage de chaque point phosphorescent ou de chaque traînée lumineuse, on trouve un petit Lombric qui, le plus souvent, ne présente aucune blessure, malgré le procédé un peu brutal employé pour le découvrir.

» Le *Photodrilus phosphoreus* a une longueur de 45^{mm} à 50^{mm} sur une largeur de $1^{mm},5$ (2^{mm} dans la région clitellienne). Il compte 110 anneaux environ. La couleur est d'un gris rose, orangée à la ceinture. La peau est assez transparente pour laisser voir les organes internes et un riche système vasculaire. Les soies sont courtes, crochues; mais, au lieu d'être géminées comme chez la plupart des Lombriciens, elles sont distantes comme chez les *Pontodrilus*. Elles forment donc huit rangées longitudinales à peu près parallèles. Les deux rangées ventrales inférieures sont très rapprochées dans la partie antéclitellienne, et l'espace qui les sépare dépasse à peine la largeur de la chaîne nerveuse.

» Le lobe céphalique est arrondi et n'échancre pas le segment buccal. Entre les anneaux 8 et 9 (septième et huitième sétigère), on voit sur les lignes des soies ventrales inférieures les orifices de la paire unique de

poches copulatrices. C'est l'homologue de la deuxième paire des *Pontodrilus*. La ceinture commence vers le tiers supérieur du treizième anneau et recouvre les quatorzième, quinzième, seizième et dix-septième anneaux; ce dernier est beaucoup plus court que les précédents. Le quatorzième anneau porte les ouvertures génitales femelles sur les lignes de soies ventrales inférieures et un peu au-dessus de ces soies. Les orifices génitaux mâles sont sur le dix-huitième anneau. Les organes segmentaires n'existent qu'à partir du quatorzième anneau et débouchent extérieurement à la limite supérieure de chaque anneau en dehors des lignes de soies ventrales supérieures.

» Le tube digestif commence par une partie exsertile (trompe) que l'animal évagine et rétracte alternativement, avec une certaine lenteur, lorsqu'il est soumis à l'action du chloroforme. Dans ces mouvements de va-et-vient, on voit saillir sur le côté inférieur du segment buccal une touffe de longs filaments diaphanes, parfois finement striés en travers et d'une extrême gracilité. Ces éléments sétiformes, bien plus longs que le lobe céphalique et très flexibles, n'ont été signalés à ma connaissance chez aucun Lombricien. Faut-il les considérer comme homologues des bâtonnets cylindriques décrits, par Perrier, à l'intérieur de l'hypoderme des *Pontodrilus*, ou bien sont-ce des fibres musculaires rompues et dissociées par le réactif?

» Le renflement pharyngien ovoïde s'étend du troisième au cinquième segment; il est suivi par un œsophage droit qui, dans les anneaux 10, 11, 12 et 13, présente quatre renflements en chapelet remplaçant le gésier. L'intestin proprement dit commence au quatorzième anneau. Dans la région antérieure (anneaux 5 à 9) l'œsophage est recouvert latéralement et dorsalement par des glandes volumineuses qui vont en décroissant d'avant en arrière; la plus petite est située dans le neuvième anneau. Je les considère comme homologues des glandes septales, découvertes par Vejdovsky, chez les Enchytræides. Malgré la place qu'ils occupent contre l'intestin, ces organes ne sont pas des glandes digestives; ils débouchent au dehors du côté dorsal, et je crois que c'est à leur sécrétion qu'il faut attribuer la propriété photogénique du *Photodrilus*. Les cloisons ne correspondent pas toujours exactement à la limite de deux anneaux subséquents. Ainsi le neuvième septum n'est pas situé entre le neuvième et le dixième anneau, mais il est fixé à la paroi intestinale, vers le milieu du dixième; de même les dixième, onzième et douzième cloisons partent d'une insertion latérale située un peu au-dessous de la limite inférieure des dixième, onzième

et douzième anneaux, et entourent l'intestin vers le milieu des onzième, douzième et treizième segments. Le même fait a été indiqué par Horst chez *Moniligaster Houtenii*.

» L'appareil circulatoire diffère peu de celui des *Pontodrilus*. Les cœurs latéraux sont situés dans les anneaux 10, 11 et 12. Le vaisseau ventral se divise, vers le milieu du 8e anneau, en deux branches latéro-ventrales qui, d'abord très écartées, se rapprochent dans les anneaux 5 et 4 et se dirigent ensuite latéralement dans les anneaux 2 et 1, pour former dans le lobe céphalique un beau plexus vasculaire.

» Les testicules sont au nombre de deux paires. Ce sont de grosses glandes très vascularisées qui occupent la partie supérieure des anneaux 11 et 12. Les ovaires sont situés dans le treizième anneau. Les animaux que nous avons étudiés n'étant pas à la période d'activité sexuelle, les ouvertures génitales mâles étaient peu distinctes. Les ouvertures des oviductes se montraient bien nettement à la face inférieure du quatorzième anneau, sous forme de deux petites fentes légèrement obliques de dehors en dedans. Les poches copulatrices, situées dans le neuvième anneau, possèdent un petit sac accessoire, comme chez les *Pontodrilus*.

» Chez certains individus, on trouve dans le douzième et parfois dans le treizième et le dix-huitième anneau, outre les huit soies ordinaires, deux soies complémentaires situées plus profondément que les autres et placées en dehors des rangées ventrales inférieures; parfois une de ces soies est remplacée pai un faisceau de quatre soies, et cela tantôt à droite, tantôt à gauche. Horst paraît avoir rencontré de semblables faisceaux tétrachètes chez le *Rhinodrilus Tenkatei*. Sont-ce des soies péniales en régression?

» La courte description que Dugès a donnée de son *Lumbricus phosphoreus* (1) peut s'appliquer au *Photodrilus*. Dugès avait trouvé cette espèce dans la tannée de la serre-chaude du Jardin des Plantes de Montpellier. A Wimereux, le *Photodrilus* se rencontre uniquement dans les chemins longeant les plates-bandes remplies de terreau venant des serres d'un horticulteur de Boulogne. Il est donc probable que nous nous trouvons en présence d'une espèce exotique qui s'est fort bien accommodée du climat maritime du Boulonnais. »

---

(1) *Ann. des Sc. nat.*, 2e série, t. VIII, p. 24; 1837.

ZOOLOGIE. — *Sur la formation des corpuscules calcaires chez les Holothuries.* Note de M. **Edgard Hérouard**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« En étudiant les corpuscules calcaires des Dendrochirotes, dont on trouve un assez grand nombre d'espèces à Banyuls et à Roscoff, j'ai été amené à découvrir leur mode de formation; et, quoique ces éléments présentent pour chaque espèce une forme si particulière qu'elle sert de critérium dans la détermination, j'ai vu que la forme originelle du corpuscule est partout la même chez ces animaux.

» Un corpuscule calcaire a, en effet, pour base de formation un groupe de cellules prismatiques hexagonales, disposées sur une seule couche, à la façon d'un dallage.

» Quatre cellules adjacentes, et tout d'abord leurs parois de contact, servent de centre d'attraction aux molécules calcaires. On a ainsi, au début, un corpuscule en forme d'X. Le calcaire gagne ensuite les autres parois latérales de ces quatre cellules, mais toujours les bases de celles-ci restent libres de tout dépôt. Le centre de chaque cellule est occupé par le noyau, et la présence de celui-ci, empêchant le dépôt calcaire de se propager, explique l'existence des trous dans ces formations.

» Le dépôt calcaire, plus abondant le long des arêtes des cellules hexagonales, est cause de l'existence des saillies qui se trouvent à la surface des corpuscules.

» J'appellerai ces quatre cellules les *quatre cellules fondamentales du corpuscule,* et, par extension, *corpuscule calcaire fondamental* celui qui prend naissance par calcification des parois latérales de ces quatre cellules.

» Comme type de *corpuscule calcaire fondamental,* nous pourrons citer le corpuscule normal du *Colochirus Lacazii.*

» De ce que le mode de formation est soumis à une même loi, il n'en résulte pas pour cela que le *corpuscule calcaire fondamental* soit identique pour toutes les espèces.

» La grandeur, soit relative, soit absolue, des cellules hexagonales, la forme et la dimension des saillies de la surface du corpuscule sont, en effet, des données qui restent fixes pour une même espèce, mais qui varient pour des espèces différentes.

» Une fois le *corpuscule calcaire fondamental* formé, une calcification analogue à celle que nous avons décrite plus haut gagne de proche en proche

les cellules hexagonales voisines. Suivant l'espèce, cette calcification intéresse également toutes les cellules qui entourent ce corpuscule ou seulement quelques-unes d'entre elles. On a ainsi des corpuscules figurant soit des disques, soit des lames, et plus ou moins allongés et contournés.

» En général, parmi les trous des corpuscules calcaires les plus compliqués, on en distingue quatre qui, par leur grandeur et leur disposition losangique, se font remarquer de prime abord. Ce sont précisément ceux du corpuscule calcaire fondamental.

» En résumé, chez les Dendrochirotes :

» 1° Les corpuscules calcaires ont pour base de formation un plan de cellules hexagonales. 2° Quatre cellules adjacentes sont seules intéressées au début de la formation de tout corpuscule et donnent ainsi le *corpuscule calcaire fondamental*. 3° Les trous des corpuscules sont déterminés par la présence des noyaux des cellules hexagonales. 4° Les saillies de la surface des corpuscules se forment le long des arêtes des cellules hexagonales. »

ZOOLOGIE. — *Sur la coque de l'œuf des Lépadogasters*. Note de M. **Frédéric Guitel** [1], présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les œufs de *Lepadogaster Gouanii* Lacép., *Candollii* Risso et *Wildenowii* Risso, sont fixés par plaques à la face inférieure des pierres; ceux du *Lepadogaster bimaculatus* Flem. à la face interne des souches anfractueuses de *Laminaria bulbosa* Lamoureux.

» Ces œufs ont la forme d'un demi-ellipsoïde très surbaissé dont la base est étroitement appliquée sur l'objet que l'animal a choisi pour déposer sa ponte. La membrane de la coque présente comme d'ordinaire de très nombreux pores d'une extrême ténuité; sa base est plus mince que sa partie convexe. Les Lépadogasters fixent leurs œufs très fortement sur des surfaces parfois très lisses (*L. bimaculatus*) : aussi ai-je cherché à déterminer le mode de fixation de ces œufs.

» Quand on regarde la base de la coque du *Lepad. bimaculatus*, Flem. à un grossissement moyen, on voit au centre un petit cercle clair entouré d'une zone foncée. Cette apparence tient à ce que la base de la coque présente en son centre une dépression peu profonde autour de laquelle

---

(1) Ce travail, commencé au laboratoire de Zoologie expérimentale de Roscoff (Finistère), a été terminé au laboratoire de Banyuls-sur-Mer (Pyrénées-Orientales).

règne une zone plus épaisse. Ce détail de structure permet, comme nous le verrons, de déterminer l'orientation de l'œuf dans l'ovaire. Sur toute la base de la coque se trouvent disposés une quantité considérable de petits bâtonnets, tous semblables et tous dirigés vers le centre.

» Chacun d'eux, vu sous un fort grossissement, se montre formé par un très petit cylindre dont l'une des extrémités, légèrement excavée, s'applique étroitement sur la face inférieure de la coque, tandis que l'autre reste libre et se divise en deux cônes divergents qui vont en s'amincissant progressivement, jusqu'à devenir d'une ténuité extrême.

» Toute cette face inférieure, et même le pourtour de la face convexe, est ainsi tapissée par une quantité considérable de ces cylindres bifurqués qui, tous, sont orientés suivant un rayon. Ces appareils du bord de la coque sont plus gros et plus longs que les autres, leurs filaments terminaux sont très longs, se prolongent beaucoup au delà de la base de l'œuf et forment autour de lui une large frange, feutrée, irrégulière.

» Au moment où l'œuf est pondu, les deux filaments terminaux de chaque petit cylindre sont mous ; ils se collent facilement aux moindres aspérités de la surface sur laquelle ils sont appliqués, puis se solidifient, et l'œuf se trouve ainsi solidement attaché au substratum sur lequel la mère l'a déposé.

» N'ayant trouvé aucune glande accessoire pouvant sécréter l'appareil de fixation que je viens de décrire, j'ai étudié l'œuf dans l'ovaire et je suis arrivé à la conclusion suivante : *L'appareil de fixation de l'œuf des Lépadogasters est sécrété par le follicule de cet œuf, follicule qui dérive lui-même de l'épithélium germinatif.*

» En effet, si l'on examine avec soin la surface d'un œuf assez avancé dans son développement, on aperçoit un revêtement cellulaire qui tapisse l'œuf sur toute sa surface : c'est le follicule. Mais ce follicule n'est pas partout identique à lui-même.

» Sur l'un des hémisphères ([1]), les cellules sont hexagonales régulières à gros noyau; cet hémisphère reste libre. Sur l'autre, au contraire, on aperçoit un réseau formé par des faisceaux de filaments sinueux laissant entre eux des mailles allongées qui affectent la forme d'un losange à angles très

---

([1]) L'œuf, encore contenu dans l'ovaire et examiné quelque temps avant la ponte, est ovoïde ; ce n'est que plus tard que, s'appliquant exactement sur la paroi de l'ovaire, il se déprime fortement du côté externe et prend une forme se rapprochant de celle qu'il a lors de la ponte.

arrondis. Au centre de chacune de ces mailles se trouve un gros noyau de cellule. Ce sont ces filaments sinueux qui se fixent sur la coque et donnent naissance au réseau des petits appareils bifurqués. Cet hémisphère est celui qui sera fixé.

» Le même œuf, examiné sur une coupe fine bien orientée, montre sur son hémisphère libre une très mince membrane : c'est la partie du follicule formée de cellules hexagonales très aplaties ; les noyaux sont invisibles sur les coupes. Sur l'hémisphère de fixation, au contraire, on distingue avec la dernière netteté une couche de cellules à gros noyaux qui entoure cet hémisphère comme une calotte, diminue d'épaisseur à mesure qu'on s'éloigne du pôle de fixation et se confond insensiblement avec la couche de cellules plates hexagonales de l'hémisphère libre.

» Entre les noyaux des cellules on voit les filaments fixateurs qui vont s'attacher à la coque et, lorsqu'on examine des œufs à différents degrés de développement, on acquiert bientôt la certitude que *l'appareil de fixation est sécrété sur l'hémisphère de fixation par les cellules du follicule.*

» Au moment de la ponte, les filaments fixateurs ne forment plus un réseau à mailles losangiques, les faisceaux de filaments sont tous dissociés, les gros noyaux des cellules folliculaires sont résorbés et l'appareil de fixation forme une couche mince feutrée sous la coque de l'œuf.

» En examinant la coupe complète d'un ovaire, on remarque ce fait intéressant que, dans chaque œuf, *l'hémisphère qui est le siège de la sécrétion de l'appareil fixateur est toujours celui qui est tourné du côté externe, même dans les jeunes œufs qui n'ont encore qu'un rudiment d'appareil fixateur.*

» Dans l'ovaire à maturité complète, tous les œufs prêts à être pondus sont à la surface de la glande ; ils sont tous de même grosseur et l'on n'aperçoit plus que quelques jeunes œufs dans la région du hile. Chaque œuf mûr a alors son hémisphère de fixation presque aplati et se présente à l'extérieur sous la forme (acquise par pression réciproque) d'un polygone à 4, 5, 6 côtés, légèrement convexe.

» Si l'on examine sous une forte loupe les faces convexes des œufs, on trouve en leur milieu la tache noire à centre blanc que nous avons signalée au centre de la base de chaque œuf pondu.

» De là, il résulte que, dans l'ovaire à maturité parfaite :

» 1° *Tous les œufs mûrs ont déjà la forme demi-ellipsoïdale de l'œuf pondu ;*

» 2° *Tous ces œufs sont appliqués sur la paroi de la glande par la face même qui, lors de la ponte, sera collée au moyen de l'appareil fixateur.* »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le rôle des stomates dans l'entrée ou la sortie des gaz.* Note de M. L. MANGIN [1], présentée par M. Duchartre.

« L'importance des stomates dans la circulation des gaz échangés pendant la respiration et la fonction chlorophyllienne est encore contestée. Les recherches d'Unger [2], de Sachs [3], de M. Merget [4], etc., ont montré, il est vrai, que les gaz circulent facilement à travers les stomates; mais, par contre, M. Boussingault, dans son classique Mémoire sur les feuilles [5], a établi que l'intensité du phénomène chlorophyllien était indépendante des stomates. On ignore donc dans quelle mesure ces orifices concourent à faire pénétrer, dans les tissus, les gaz indispensables à la respiration et à la fonction chlorophyllienne.

» Je viens présenter dans cette Note les résultats d'un certain nombre d'expériences entreprises sur cette question.

» *a. Influence de l'occlusion des stomates sur le phénomène respiratoire.* — Pour obtenir une occlusion complète des stomates, je me suis servi d'abord de la vaseline, l'empois d'amidon, utilisé par M. Boussingault, ne constituant pas une fermeture suffisante et assurée. Des feuilles semblables et de même poids sont recouvertes de vaseline, l'une A à la face inférieure, l'autre B à la face supérieure. On les expose dans des tubes clos, à la même température et à l'obscurité, et l'on analyse l'atmosphère qui les entoure au bout d'un certain temps. Voici quelques résultats :

		CO^2 dégagé pour 100.	O absorbé pour 100.
Rhamnus alaternus	A	6,72	7,72
	B	10,09	11,40
Bupleurum fruticosum	A	3,89	3,46
	B	4,63	6,14
Nerium Oleander	A	3,38	4,64
	B	4,03	5,04

(1) Ces recherches ont été réalisées au lycée Louis-le-Grand.

(2) UNGER, *Sitzungsber. der K. Akad. der Wiss. Wien*, 1857, XXV.

(3) SACHS, *Physiologie végétale* (trad. française), p. 266 et suiv. Genève, 1868.

(4) MERGET, *Comptes rendus*, février 1877, août 1878.

(5) BOUSSINGAULT, *Sur les fonctions des feuilles* (*Annales de Chimie et de Physique*, 1868).

» On voit que les feuilles A, couvertes de vaseline à la face inférieure et dont les stomates sont bouchés, fournissent, toutes choses égales d'ailleurs, des échanges gazeux notablement moindres que les feuilles B dont les stomates sont libres.

» La vaseline étant imperméable aux gaz, on peut objecter que l'atténuation des échanges est due, non à la fermeture des stomates, mais à la suppression de la perméabilité de la face inférieure. Pour écarter cette objection, j'emploie maintenant comme vernis la gélatine à 10 pour 100, qui est liquide à 30° et qu'on peut facilement étaler au pinceau (les expériences qne j'ai commencées sur la perméabilité des membranes ayant montré qu'une couche de cette substance, épaisse de 1^{mm}, possède une perméabilité bien supérieure aux surfaces cutinisées). Dans le Tableau suivant, A représente les feuilles gélatinées à la face inférieure, B celles qui n'ont pas de gélatine ou sont recouvertes seulement à la face supérieure.

		CO^2 dégagé pour 100.	O absorbé pour 100.
Pommier	A	9,26	12,12
	B	11,58	14,91
Poirier	A	11,43	12,92
	B	16,03	20,13
Iris	A	7,60	9,81
	B	10,74	15,26
Fusain du Japon	A	4,35	5,27
	B	5,58	6,67

» L'occlusion des stomates a donc pour effet d'atténuer les échanges gazeux respiratoires dans une proportion qui varie de $\frac{1}{6}$ à $\frac{1}{3}$. Les différences ne sont pas toujours aussi nettes que dans les résultats ci-dessus. Avec les feuilles de Houx, de Fusain du Japon, de Lierre, exposées à de basses températures (inférieures à 10°), l'occlusion des stomates ne modifie pas sensiblement l'intensité des gaz échangés, parce que, dans ces conditions, la perméabilité des membranes est suffisante pour laisser pénétrer la faible quantité de gaz nécessaires à la respiration; mais, si l'on accélère le phénomène respiratoire en élevant la température, la fermeture des stomates provoque une diminution des gaz échangés, car la perméabilité des membranes demeurant constante, ainsi que je l'ai montré [1], devient dès lors insuffisante.

---

(1) *Comptes rendus*, 20 juin 1887.

b. Influence de l'occlusion des stomates sur le phénomène chlorophyllien. — Deux feuilles semblables, l'une A enduite de gélatine à la face inférieure, l'autre B libre ou couverte de gélatine à la face supérieure, sont placées dans des tubes renfermant un mélange connu d'air et d'acide carbonique. Les feuilles étant exposées au soleil par leur face supérieure, on dose, après une exposition plus ou moins longue, l'atmosphère entourant chaque feuille.

		CO^2 disparu pour 100.	O dégagé pour 100.
Ligustrum vulgare	A..........	1,92	1,92
	B..........	6,26	6,51
Evonymus Japonicus	A..........	3,28	3,20
	B..........	6,66	8,04
Bupleurum fruticosum ...	A..........	4,91	5,07
	B..........	7,83	9,43

» Les feuilles A à stomates bouchés décomposent, toutes choses égales d'ailleurs, *deux ou trois fois moins d'acide carbonique* que les feuilles B à stomates libres. M. Boussingault, en opérant sur des feuilles de Laurier rose, de Laurier cerise, de Peuplier, etc., a trouvé des résultats différents; cela tient, sans doute, à ce qu'il comparait toujours deux feuilles éclairées, l'une par sa face inférieure, l'autre par sa face supérieure, et placées, par suite, dans des conditions inégales.

» *Conclusion.* — On peut conclure des chiffres qui précèdent :

» *Les stomates sont indispensables à la circulation des gaz chez les plantes aériennes; l'occlusion de ces orifices provoque une diminution plus ou moins forte des échanges gazeux respiratoires et très considérable des échanges gazeux chlorophylliens.* »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur la formation des coins libériens des Bignoniacées.* Note de M. **Maurice Hovelacque**, présentée par M. Duchartre.

« Les tiges des Bignoniacées grimpantes présentent souvent des coins libériens qui s'enfoncent, plus ou moins profondément, dans la couronne ligneuse secondaire. Pour expliquer cette anomalie, on dit que la zone cambiale produit presque exclusivement du bois sur les côtés des coins, alors que, au fond de ceux-ci, elle donne presque uniquement du liber. Cette explication ne rend compte ni des rapports des tissus ligneux et libériens le long des bords des encoches, ni de la manière dont le liber,

formé dans celles-ci, peut en sortir sans cesser de tenir aux tissus voisins. Dès 1847, Mettenius avait cherché à compléter cette explication. Il crut remarquer que le liber des coins était séparé du bois qui borde l'encoche par de petites fentes radiales, le long desquelles glissait le liber pour sortir de l'encoche. Or, en examinant de nombreux échantillons frais ou conservés dans l'alcool, on reconnaît que les fentes, signalées par Mettenius, n'existent qu'exceptionnellement et que le liber du coin tient, de chaque côté, au bois qui le borde. Il était donc nécessaire de reprendre l'étude de la formation des coins libériens; c'est ce que nous avons entrepris, en suivant cette formation dans les genres *Bignonia, Melloa, Cuspidaria, Clystostoma, Amphilophium, Pithecoctenium* et *Pandorea*.

» Les premiers coins libériens de la tige des Bignoniacées apparaissent dans les plans médians des quatre faisceaux réparateurs. Les coins de seconde formation, au contraire, se montrent dans les plans médians des faisceaux sortants; ce sont les seuls qui existent chez le *Pandorea jasminoïdes*. Au début de la formation d'un coin libérien, les cellules cambiales du milieu de l'encoche ne produisent guère que du liber; inversement, les cellules cambiales des côtés du coin fournissent surtout du bois; entre ces deux points, les cloisons qui partagent les éléments de l'assise génératrice s'inclinent légèrement vers le fond du coin. Ces portions inclinées de la zone cambiale suffisent pour maintenir la liaison de ses parties médiane et marginales. En continuant à se produire au niveau de l'encoche, le liber paraît s'enchâsser, de plus en plus profondément, dans la masse ligneuse, sans tiraillements, sans rupture des tissus. Cette disposition s'observe au début de tous les jeunes coins et sur les bords des coins âgés, dans lesquels le raccord est très large.

» Pour expliquer la formation des coins pénétrant à angle droit, considérons le bord gauche d'un coin et les trois files cellulaires radiales consécutives, entre lesquelles va se produire l'enfoncement du bord. Appelons b la cellule cambiale qui, dans la file gauche B, produit exclusivement du bois; l désignera, dans la file droite L, la dernière cellule cambiale qui produit exclusivement du liber. Soit R la cloison qui réunit, au début, les cellules b et l, à travers la file intermédiaire. Dans celle-ci, la cloison R sépare une cellule supérieure S et une cellule inférieure I. Dans les premiers temps, les cloisons tangentielles, qui apparaissent dans la cellule b, se localisent entre le bois et le point d'attache gauche de la cloison R. De même, les cloisons tangentielles, qui se montrent dans la cellule l, sont localisées entre le liber et le point d'insertion droit de cette cloison. Les

nouveaux éléments, formés dans les files B et L, écartent les points d'attache de la cloison R, qui devient oblique; son extrémité gauche est relevée vers l'extérieur, tandis que son insertion droite reste fixe et sert d'axe de rotation pour la cloison R. Les cellules S et I, qui ont alors grandi, séparent le liber du coin (file L) de son bord ligneux (file B). Lorsque ces cellules sont suffisamment grandes, elles se divisent par des parois dirigées presque normalement à la bissectrice de l'angle formé par la cloison R avec les files B et L. Bientôt, la direction initiale de ces parois est modifiée, par suite de l'addition de nouvelles cellules ligneuses et libériennes dans les files B et L; ces parois sont relevées vers le coin libérien, c'est-à-dire vers la droite. Les éléments qu'elles limitent s'étirent dans cette même direction et se divisent à leur tour.

» Les nouveaux éléments, issus de la cellule S, s'ajoutent à la gauche du liber; ce sont des éléments parenchymateux étirés radialement et, parfois, quelques éléments libériens moins réguliers que ceux des files voisines. Les produits de la cellule I, situés à gauche et au fond du coin, consistent en éléments parenchymateux, contigus au bord droit du bois. Ne se produisît-il que du liber dans la file L, que du bois dans la file B, le coin peut s'approfondir, le rayon s'épaissir, et le liber s'éloigner du fond du coin, sans cesser de tenir aux côtés de l'encoche.

» Mais la cellule cambiale *b* produit, de temps à autre, un élément libérien; la cloison tangentielle, qui forme cet élément, apparaît entre le bois et l'attache de la cloison R. Il se forme alors une cloison de raccord R′, qui est parallèle à la portion de la cloison R, attachée au nouvel élément libérien, et qui réunit la nouvelle cellule cambiale *b* à la partie non modifiée de la cloison R. Les éléments compris entre le liber et la cloison R s'ajoutent au liber. Ainsi s'opère la jonction si parfaite du liber du coin, à mesure qu'il sort de l'encoche, avec le nouveau liber des côtés du coin. De même, quand la cellule cambiale *l* produit, vers l'intérieur, des éléments ligneux, la zone cambiale se déplace, vers l'extérieur, parallèlement à elle-même; toutes les cellules comprises entre l'ancienne surface du bois et la cloison R lignifient leurs parois et s'ajoutent au bois.

» De cette manière, la masse du coin libérien croît sans cesser d'être attachée au bois qui le borde. Le bois ajouté au fond du coin tient au bois des côtés. Le liber nouvellement produit sur les côtés du coin se continue avec le liber, plus ancien, de la masse du coin. Le rayon limite croît en épaisseur.

» Dans les coins libériens dits en escalier, les mêmes faits se produisent à chaque élargissement.

» La courbure des zones mécaniques et l'écrasement des zones molles intermédiaires sont dus à l'accroissement tangentiel et non pas à une plus grande activité de la partie moyenne de la zone génératrice du coin. Quand le coin a une certaine profondeur, il est soumis à des tractions tangentielles égales, de sens contraire, agissant symétriquement de chaque côté de la bissectrice du coin; ces tractions s'équilibrent et provoquent l'élargissement tangentiel du coin. D'autres tractions sont appliquées aux lames fibreuses du coin et dirigées vers les gros massifs libériens primaires, situés de chaque côté de l'encoche. Ces forces, symétriques deux à deux, mais non directement opposées, ont une résultante dirigée suivant la bissectrice du coin et vers l'extérieur. Elles ont pour effet de tirer en dehors de l'encoche la masse libérienne, dans sa région moyenne. Mais, les bords du coin libérien étant attachés aux côtés de l'encoche ligneuse, une troisième série de tractions, agissant symétriquement par rapport à la bissectrice, a pour effet de retenir les bords du coin vers l'intérieur. Il en résulte que les lames fibreuses du coin libérien, tirées sur la bissectrice alors qu'elles sont retenues sur les bords de l'encoche, prennent une forme convexe vers l'extérieur, en écrasant, entre elles, les zones libériennes molles qui les séparent. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'invasion du* Coniothyrium Diplodiella *en* 1887. Note de MM. G. **Foex** et L. **Ravaz**, présentée par M. Duchartre.

« L'attention des viticulteurs méridionaux a été attirée cette année sur une maladie nouvelle qui a atteint les vignes d'une grande partie de la région méditerranéenne. Cette maladie se manifeste par la dessiccation des raisins. Les grappes atteintes présentent un certain nombre de grains sur lesquels se montrent de petites taches livides. Ces taches s'accroissent avec rapidité et les tissus de la baie sont bientôt entièrement envahis. En même temps que l'altération progresse, de nombreuses petites pustules de couleur saumon, formées par les fructifications (pycnides) du *Coniothyrium Diplodiella* (*Phoma Diplodiella; Phoma Briosii*) Sacc., se montrent à la surface. Bientôt après les grains se flétrissent et se dessèchent, en prenant un aspect chagriné résultant du relief de ces pustules. Des altérations sem-

blables à celles que nous venons de décrire se présentent aussi sur le pédoncule et sur les pédicelles de la grappe; elles précèdent, dans la plupart des cas, celles des grains. Leur coloration est d'un brun plus ou moins foncé. Elles s'étendent assez rapidement sur tous les tissus environnants et finissent par envahir les grains, sur lesquels elles se manifestent tout d'abord, presque toujours, au point de leur insertion sur le pédicelle.

» Les lésions du pédoncule sont fréquemment assez importantes pour déterminer la chute de la grappe, lorsqu'elles se produisent sur des cépages à rafle tendre, tels que l'Aramon. Dans tous les cas, elles entraînent la dessiccation de la partie de la grappe ou des grains qui sont situés au delà. Certaines vignes d'Aramon, placées dans les alluvions du Vidourle, près de Sommières (Gard) et dans la plaine de Ganges (Hérault), ont perdu toute leur récolte. Les grappes jonchaient le sol comme si elles avaient été détachées intentionnellement. L'altération du pédoncule paraît être la cause principale du dommage porté aux récoltes.

» Sur deux points : à Bollène (Vaucluse), à Laudun et Bagnols (Gard), nous avons constaté les mêmes lésions sur les sarments. Elles paraissent se manifester sur ces organes lorsque les tissus ne sont pas encore lignifiés; aussi est-ce le Grenache, dont l'aoûtement est tardif, qui est le plus atteint. La Clairette et la Carignane sont moins fréquemment attaquées. Il est rare que l'altération se manifeste sur un point quelconque de l'entre-nœud; dans la plupart des cas, elle se propage du pédoncule vers son point d'insertion sur le rameau. Elle envahit bientôt toutes les parties avoisinantes et s'étend tantôt régulièrement tout autour du sarment, tantôt sur une bande longitudinale plus ou moins large. Dans le premier cas, il se forme au-dessus de la partie atteinte un fort bourrelet de tissus cicatriciels; puis les feuilles prennent une coloration rougeâtre, tombent, et le sarment se dessèche. Les tissus altérés présentent tout d'abord une coloration noirâtre; mais bientôt les pustules que nous avons signalées sur les grains se montrent à leur surface et leur donnent un aspect gris terreux. Ces pustules se développent surtout à la surface de l'écorce; elles prennent aussi naissance sur les parties altérées du bois. Dans ce cas, l'écorce se soulève et se détache en lanières.

» Le *Coniothyrium Diplodiella*, qui avait été signalé en 1879, en Italie, par M. Spegazzini; en 1885, dans l'Isère, par M. Viala et l'un de nous; l'année dernière, en Vendée, par MM. Prillieux et Marsais, a pris cette année une extension très considérable dans le midi de la France. Nous en avons constaté la présence dans les départements de l'Aude, de l'Hérault,

du Gard, de Vaucluse, de l'Ardèche, de la Drôme, de l'Isère, du Rhône, de l'Ain, et, en Suisse, dans les cantons de Genève et de Vaud. On l'a signalé, en outre, en Italie, en Vendée et dans plusieurs départements du sud-ouest. Toutefois, les dommages qui ont accompagné l'invasion de ce Champignon ne paraissent pas avoir été bien considérables, sauf dans les quelques localités du Gard et de l'Hérault signalées précédemment.

» Aucun des faits observés cette année n'a permis de trancher d'une manière définitive la question controversée de savoir si le *C. Diplodiella* doit être considéré comme parasite ou comme saprophyte, ou s'il peut jouer alternativement ces deux rôles suivant les circonstances. Des expériences de culture, actuellement commencées à l'École d'Agriculture de Montpellier, nous permettront probablement bientôt de nous éclairer sur ce point. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les minéraux de la pépérite du puy de la Piquette.* Note de M. **Ferdinand Gonnard**, présentée par M. Des Cloizeaux.

« Les pépérites de la Limagne constituent, parmi les diverses assises dont se compose le miocène de cette région, celle qui a, depuis longtemps, le plus attiré l'attention des minéralogistes et des géologues. On sait, grâce aux travaux d'Alphonse Julien, que ces roches, auxquelles on donne souvent le nom de *wackes basaltiques*, font, avec les calcaires à Phryganes, partie de la puissante formation à *Helix Ramondi*, intercalée entre les couches à *Lymnæa pachygaster* et à *Planorbis cornu*, à la partie inférieure, et les assises à *Melania aquitanica*, qui la recouvrent.

» Je ne me place, dans le présent travail, qu'au point de vue minéralogique.

» Lecoq et Bouillet ont donné (*Vues et Coupes des principales formations du département du Puy-de-Dôme*) une description lithologique de la wacke du puy de la Piquette, qu'ils désignent sous le nom de *pépérite bleuâtre*. Ils ont reconnu que cette roche, de densité 2,2 à 2,3, fait effervescence avec les acides, et fond assez facilement au chalumeau en un émail d'un brun noir; elle renferme des fragments de basalte, des scories noires très celluleuses, de petits cristaux de hornblende, des nodules de calcaire à Phryganes et des cristaux de mésotype. Les auteurs des *Vues et Coupes* font mention de fragments de bois charbonné inclus dans la pépérite, et qu'entoure une croûte de mésotype fibro-lamellaire. Ils ont reconnu également

que les nodules de calcaire empâtés dans cette même roche, et dont le volume dépasse parfois celui de la tête, renferment, plus abondamment même que la pépérite, de la mésotype en cristaux isolés ou en masses cristallines à faisceaux radiés. En revanche, ils ne semblent pas avoir remarqué la présence d'un autre minéral, fort intéressant par lui-même et par ce gisement, l'apophyllite, fréquente au sein des nodules ou rognons calcaires, soit dans les cavités de la pierre, soit dans les tubes de Phryganes qu'elle renferme.

» Ce ne fut qu'en 1832, deux ans après la publication des *Vues et Coupes*, que cette espèce, qui se trouve cependant, à la Piquette, en cristaux parfaitement visibles, fut découverte par le naturaliste Launoy, d'après Bouillet, et par M. de Laizer, d'après Dufrénoy.

» Quoi qu'il en soit de l'auteur de cette découverte, l'apophyllite du calcaire de la Piquette (car il est à remarquer que la pépérite ne paraît pas en contenir) se présente en jolis petits cristaux de la forme $m(110)$, $p(001)$ $a^1(101)$, d'un blanc nacré, translucides en partie; ils semblent avoir, de même que ceux des environs d'Anssig et de Schreckenstein, déjà subi un commencement d'altération, et peuvent être regardés comme une albine. Souvent les cristaux d'apophyllite seuls sont réunis en petites druses dans les vacuoles du calcaire ou dans les tubes des Phryganes; souvent aussi ils y sont associés à de petites gerbes ou faisceaux radiés de cristaux de mésotype, toujours fort nets; d'ordinaire alors, ils les recouvrent ou sont traversés par eux, ce qui implique une formation ultérieure. C'est un fait analogue à celui que j'ai observé au puy de Marman, où la mésotype est parfois recouverte, indépendamment de sphéroïdes de calcite, de petits cristaux de phacolite et de christianite; seulement, dans ce dernier cas, la mésotype était visiblement altérée et paraissait avoir cédé une partie de ses éléments constituants aux deux espèces minérales qui avaient pris naissance ultérieurement; tandis que, dans le calcaire du puy de la Piquette, la mésotype conserve sa netteté primitive.

» A ces deux minéraux, de formation médiate, je dois en ajouter un troisième que j'ai eu récemment occasion d'observer dans une visite que j'ai faite au puy dont il est ici question, en compagnie d'un minéralogiste de Clermont-Ferrand, le Frère Adelphe, des Frères de la Doctrine chrétienne : je veux parler de l'analcime.

» Ce minéral, bien que communément associé à la mésotype et de composition analogue, ne se trouve que fort rarement dans les roches éruptives du Puy-de-Dôme. La collection Lecoq, si riche en belles géodes

de mésotype du puy de Marman, du puy de la Piquette, de la tour de Gevillat, de Cournon, etc., ne renferme que trois ou quatre échantillons d'analcime. Cependant, dès 1828, M. de Kleinschrod l'avait signalée dans le tuf trappéen (pépérite bitumineuse) de Pont-du-Château. Constant Prévost l'observa, en 1833, dans le phonolite de la Tuilière. Aujourd'hui, malgré une exploitation assez active du basalte du puy de Marman, pour l'entretien de la route de Clermont-Ferrand à Issoire, c'est à peine si l'on rencontre quelques rares et médiocres spécimens de cette espèce, à laquelle les travaux des cristallographes modernes ont donné un intérêt si marqué. De plus, l'analcime de Marman se trouve en druses séparées des géodes de mésotype.

» Par opposition à l'apophyllite, l'analcime de la Piquette ne paraît pas se trouver dans le calcaire à Phryganes, mais bien exclusivement dans la pépérite. C'est sur la partie du puy qui regarde le village du Crest que je l'ai observée. Certains blocs de cette pépérite, très celluleux, et passant même à une véritable amygdaloïde, sont, dans les vacuoles et sur les fissures de la roche, littéralement saupoudrés d'un précipité cristallin de petits trapézoïdes laiteux, subtranslucides, d'un éclat vif et nacré à l'égal de celui de l'apophyllite. On en reconnaît aisément la forme à la loupe. Ils sont parfois associés à la mésotype dans la même vacuole.

» Enfin, pour compléter l'énumération des minéraux, soit de seconde formation, comme les zéolithes précédentes, soit purement accidentels et à l'état de fragments inclus dans la pépérite de la Piquette, j'ajouterai que j'y ai remarqué de petites lamelles de feldspath, autour desquelles se sont accumulés les cristaux d'analcime, ainsi qu'un diallage vert accompagné de mica bronzé. »

GÉOLOGIE. — *Extension du terrain carbonifère à l'ouest de l'Hérault. Considérations stratigraphiques générales.* Note de M. **P.-G. de Rouville** (1), présentée par M. Hébert.

« Le terrain *carbonifère* se maintient jusqu'au sud de Saint-Nazaire dépourvu de tout polymorphisme.

» Ses conglomérats à lydienne, fins ou grossiers, ses grès ternes avec impressions de plantes, ses calcaires se présentent avec leurs caractères

(1) *Voir* la Note insérée aux *Comptes rendus* de la séance du 31 octobre, p. 820.

habituels, disséminés sur le schiste silurien; une traînée de poudingues à lydienne, réduits souvent à de gigantesques blocs, jonche le sol d'espace en espace, témoignant de dénudations et d'ablations considérables; un pli synclinal, en aval de Saint-Nazaire, semble avoir retenu les divers termes de cette formation habituellement dispersée; conglomérats, grès, calcaires s'y rencontrent ramassés sur une surface étroite exceptionnellement favorable à l'étude, mais toujours profondément encastrés dans les schistes qui les supportent.

» Les terrains *houiller* et *permien* disparaissent vers l'ouest sous le diluvium et les terrains plus jeunes au sud de Laurens.

» Les relations stratigraphiques du dévonien occidental de l'Hérault, sous sa forme des Crozes, avec le silurien, me paraissent dignes d'être mentionnées; elles sont de deux sortes : les unes très nettes, quand une dislocation a provoqué des discordances accompagnées souvent de brouillage (Marso avec conglomérat de frottement, Poussarou, Ferrals avec redressement énergique et trituration des couches les moins résistantes); les autres confuses et parfois comme impossibles à saisir (la Salle, Colfumat, mais surtout Malviès, au sud d'Olasgues, où il y a comme soudure intime entre les schistes verdâtres ou violacés et leur support). Les couches à *Cardiola interrupta* faisant complètement défaut, c'est sur les schistes à faune seconde que reposent les termes dévoniens; la nature similaire des roches, jointe à la difficulté souvent très grande de saisir le vrai plongement des schistes, a pu créer des confusions favorisées d'ailleurs par l'absence d'aucune couche conglomératique entre les deux. Cette absence, jointe à celle des fossiles, amène une certaine obscurité sur la détermination rigoureuse de l'extrême base du dévonien. J'ai cru devoir la fixer à la première apparition de l'élément calcareux dans les schistes sous la double forme de cordons ou de lopins, que la lydienne et les schistes troués accompagnent, du reste, en beaucoup de cas.

» Enfin, il serait intéressant de porter plus loin, si possible, l'analyse stratigraphique des divers horizons que peut présenter le massif paléozoïque.

» Le carbonifère, fidèle à lui-même, y offre, comme à Cabrières, les étages du culm et de Visé.

» Pour ce qui est du dévonien, les goniatites de la Matte et celles des Crozes nous autorisent, tout au moins, à y reconnaître les couches à clyménies et les schistes de Matagne.

» Quant aux autres assises demeurées jusqu'ici muettes, celles, si puis-

santes, du nord de Causses et les schistes et les quartzites verdâtres de Poussarou, elles présentent suffisamment d'étoffe pour représenter jusqu'à des couches profondes du rhénan (quartzite du Plougastel?); mais aucune affirmation n'est jusqu'à présent possible à cet égard.

» Les schistes siluriens ne m'ont présenté nettement ni l'horizon du Glanzy (Caradoc) ni l'armoricain de Monrèze; les seules zones fossilifères reconnaissables sont celles des gâteaux et des nodules, naturellement limitées, en haut, par l'*orthis acteoniæ*, en bas, par les *vexillum* et les *dinobolus*. Le reste de la masse schisteuse, dont les flancs ont été si heureusement ouverts par les travaux du chemin de fer de Bédarieux à Saint-Pons, pourra nous donner un jour la faune première, à moins toutefois que la granulite, en modifiant la roche, n'ait fait disparaître tout vestige organique.

» *Nota*. — Certaines circonstances m'amèneraient à la conception de deux horizons pour les schistes de Cassagnolles, du pont de Bax, de la région de Bauzille, etc., dont j'ai parlé à la page 821 : l'un beaucoup plus siliceux à surfaces talcoïdes, grossièrement ardoisier et peu tourmenté, alternant avec des bancs de grès durs micacés qui font saillie sous forme de crêtes ou de becs élancés (Montatruc près Serlous, région de Saint-Beauzille au sud de Corniou); le second, le vrai type des schistes à faune seconde de Cabrières, argileux, froissés, vernissés, vermiculés, le plus souvent en contact par faille avec le premier; l'horizon siliceux supporterait directement le dévonien, et offrirait avec lui les relations de soudure dont j'ai parlé plus haut. Il s'offrirait dans cette même situation, au nord de Cabrières, en dessous des schistes cariés et à lopins calcaires du Casagnas. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les Stigmarhizomes*. Note de M. **B. Renault**, présentée par M. P. Duchartre.

« Sous le nom de *Stigmarhizomes* nous avons désigné des *Stigmaria* représentant une forme de Sigillaires ayant vécu complètement plongée dans l'eau. Parmi ces Stigmarhizomes, les uns ont conservé leur mode de végétation et sont restés indépendants; les autres, dans des conditions favorables, ont pu donner naissance à des troncs aériens de Sigillaires. L'existence des Stigmarhizomes ayant été contestée de divers côtés, nous croyons utile de revenir sur cette question pleine d'intérêt.

» Aux environs de Dracy-Saint-Loup, près d'Autun, nous avons ren-

contré, dans un banc de grès renfermant de nombreuses lentilles silico-calcaires, un véritable champ de *Stigmaria*, les uns à l'état d'empreinte dans le grès, les autres à l'état silicifié avec leur structure interne conservée. Les uns et les autres sont munis de leurs appendices, par conséquent ils sont encore en place.

» Voici la description sommaire de l'un des échantillons, que nous désignerons sous le nom de *Stigmaria flexuosa*.

» Le tronc du *Stigmaria*, légèrement aplati, mesure 6^{cm} à 7^{cm} de diamètre. En le dégageant du bloc silico-calcaire où il était inclus, le corps seul du *Stigmaria* a été retiré ; les appendices sont restés noyés dans la masse extérieure.

» A la surface on remarque une série de cicatrices petites, parfaitement circulaires, présentant un diamètre total de $2^{mm},5$; au centre de chaque cicatrice on reconnaît facilement la cicatricule vasculaire qui mesure $0^{mm},5$, entourée par une assise corticale épaisse de $0^{mm},8$ environ.

» Les cicatrices sont placées sur deux lignes spirales croisées, faisant entre elles un angle d'environ 65° et distantes de 8^{mm} à 9^{mm}. Comme elles sont disposées en quinconce, les losanges qui en résultent mesurent, suivant la petite diagonale, 9^{mm} et, suivant la grande, 15^{mm} à 16^{mm}.

» Les appendices sont cylindriques, sub-coniques à l'extrémité, qui vient s'articuler à la cicatrice placée dans une dépression de l'écorce ; leur diamètre, pris à 2^{cm} ou 3^{cm} de leur point d'insertion, est de 5^{mm}; ils atteignent plusieurs décimètres de longueur et se bifurquent deux ou trois fois à leur extrémité périphérique ; un faisceau vasculaire unique les parcourt dans toute leur étendue.

» L'écorce est formée de plusieurs parties : l'une interne, très épaisse, lacuneuse, n'a pas été conservée ; l'autre, plus externe, d'aspect réticulé, mesure à peine 2^{mm} à 3^{mm} d'épaisseur ; elle est marquée de dépressions régulièrement disposées, au fond desquelles se trouvent les cicatrices, comme il a été dit.

» Sur une coupe tangentielle, cette partie de l'écorce paraît formée de cellules allongées, fusiformes, à parois minces et ornées de réticulations ; ces cellules sont alignées en séries radiales, ondulées, qui se soudent et s'écartent entre elles. De là résulte l'aspect réticulé que l'on remarque à la surface ; les mailles des réseaux sont remplies par des cellules polyédriques, irrégulières, à sections sub-rectangulaires, de grandeurs inégales, à parois minces et également réticulées.

» La partie centrale du tronc de *Stigmaria* est occupée par un cylindre

ligneux à section elliptique, mesurant 26^{mm} suivant le grand axe et 8^{mm} suivant le petit. Les différentes sections faites dans son tissu montrent la coloration brun foncé, les éléments contractés, aplatis, plissés, tels qu'on les observe dans les bois transformés en lignite, et laissent supposer que la silicification n'a eu lieu qu'après cette transformation préalable des tissus.

» Le cylindre ligneux est formé, sans qu'on puisse émettre le moindre doute à cet égard, de *deux* parties distinctes, l'une *centrifuge*, composée de lames rayonnantes de trachéides rayées, séparées par des rayons médullaires, l'autre *centripète*, constituée par des faisceaux *lunulés* assez développés, rappelant par leur *disposition*, leur *forme*, leur *constitution*, ceux que nous avons décrits dans les tiges de Sigillaires *aériennes*, munies de leurs cicatrices foliaires.

» La légère différence que l'on peut y signaler, c'est qu'ils se soudent par leurs bords amincis et forment une sorte de couronne continue, festonnée en dedans.

» Les cordons vasculaires qui se dirigent à travers le bois centrifuge vers les appendices sont nombreux; ils aboutissent dans l'intervalle des deux bois, exactement comme dans les tiges de Sigillaires aériennes, c'est-à-dire en face de la région *médiane* extérieure d'un faisceau centripète. Le bois rayonnant ou centrifuge du cordon se développe beaucoup plus rapidement que dans le cas des cordons des tiges aériennes; aussi, à leur sortie du cylindre ligneux et dans leur course longitudinale à travers le tissu parenchymateux de l'écorce, la distinction des deux bois est absolument nette. Le bois centripète, disposé sans ordre, offre une section transversale triangulaire dont la pointe est tournée du côté de l'*axe* du tronc, et la base, formée des éléments les plus fins, est dirigée vers la *périphérie;* de cette base partent les lames de bois centrifuge disposées en éventail et formées d'éléments parfaitement lignifiés et distincts.

» Dans cette courte Note, nous ne pouvons entrer dans les détails de structure qui seront exposés ailleurs; mais l'organisation du *Stigmaria flexuosa,* telle que nous venons de l'exposer succinctement, se rapproche tellement, si l'on ne considère que le cylindre ligneux central et les cordons vasculaires qui en partent, de l'organisation du cylindre ligneux et des cordons foliaires des Sigillaires silicifiées, à écorce lisse et portant des cicatrices déterminables, qu'il est impossible de considérer ce *Stigmaria* comme une *racine* de Sigillaire; par conséquent, on est amené à le regarder comme une véritable tige. Mais, d'un autre côté, la forme des cica-

trices parfaitement caractéristiques, celle des appendices qui sont encore attachés, la structure du cordon vasculaire qui les parcourt en font certainement un *Stigmaria*.

» Nous regardons donc cet échantillon comme une preuve irréfutable de l'existence de Sigillaires non aériennes, ayant vécu dans la vase ou dans l'eau, forme que nous avons désignée depuis longtemps sous le nom de *Stigmarhizome*. »

PHYSIOLOGIE. — *Action du système nerveux sur la production de la salive.* Note de M. **Judée**.

« Tout le monde sait que, si l'on pique la partie la plus large du quatrième ventricule, on produit une exagération de la sécrétion salivaire normale.

» Personne n'ignore aussi : 1° que l'irritation du bout périphérique du nerf lingual ne donne lieu à aucun phénomène, tandis que celle de son bout central détermine une sécrétion abondante de salive; 2° qu'en opérant de la même façon sur le glosso-pharyngien, le pneumo-gastrique, on arrive aux mêmes résultats.

» C'est encore un fait parfaitement acquis à la Science qu'après sa section l'irritation du bout central de la corde du tympan n'amène aucun phénomène, que, par contre, celle de son bout périphérique produit un afflux considérable de salive.

» En présence de ces faits et de ce que j'ai été à même de dire antérieurement sur le mode d'action des centres nerveux, il me paraît bien difficile de ne pas admettre que la production de la salive normale ne soit pas sous la dépendance d'un centre médullaire agissant sur la tonicité des acini dont se compose la glande salivaire pour en détruire l'action, de façon à permettre la production de la salive normale, centre dont les nerfs afférents visibles seraient représentés par le lingual, le glosso-pharyngien et le pneumo-gastrique, le nerf efférent par la corde du tympan.

» Ce premier fait une fois constaté, coupez, sur un animal quelconque, comme l'a fait le premier Cl. Bernard, la corde du tympan, puis irritez le ganglion sous-maxillaire et vous ne tarderez pas à voir la glande salivaire devenir turgescente et sa sécrétion s'accroître à ce point que ce célèbre physiologiste en avait conclu que ce ganglion devait être considéré comme un centre réflexe.

» Quelle conclusion à tirer de cette nouvelle expérience, sinon que, si le centre médullaire est indispensable à la production des phénomènes d'inhibition, ce n'est pas lui cependant qui en est le réel producteur, mais bien le centre périphérique représenté dans le cas présent par le ganglion sous-maxillaire.

» Jusqu'à preuve du contraire je regarde donc comme absolument nécessaire à la production des phénomènes d'inhibition, sans lesquels il n'y a pas de sécrétions normales possibles, l'intervention de deux centres nerveux, l'un médullaire, le second périphérique, reliés entre eux par un filet nerveux constitué présentement par la corde du tympan. Le premier de ces centres ne doit être considéré, en principe, que comme une sorte de centre de commandement par rapport au second, chargé simplement de l'exécution des ordres donnés par le premier.

» Il me reste à examiner maintenant si les choses ne se passent pas de la même façon pour les phénomènes excito-moteurs ou de tonicité dont la glande salivaire est le siège : cela me paraît indiscutable depuis les nouvelles recherches de MM. Vulpian et Gley sur les phénomènes auxquels donne lieu l'irritation du bout central du nerf sciatique et je vais essayer de le démontrer. Mais, avant de le faire, je crois utile de rappeler, pour mieux comprendre ce qui va suivre, qu'il y a, au moins pour la salive, deux espèces de sécrétions, celle qui se produit par suite de l'action du système nerveux de relation sur la glande salivaire et celle due à l'action du grand sympathique sur cette glande. La première de ces sécrétions est produite par la dilatation des éléments primitifs dont elle se compose : c'est la salive dite *normale*. Celle dite *sympathique* est le résultat de leur contraction par suite de l'action du grand sympathique sur ceux-ci.

» Cela dit, je crois pouvoir entrer dans le cœur de la question.

» Le professeur Vulpian coupe la corde du tympan, tout en laissant subsister le ganglion cervical supérieur, et il constate que l'irritation du bout central du nerf sciatique produit une salivation abondante, comme si la corde du tympan n'avait pas été coupée. Seulement, dans ce cas, ce n'est pas de la salive normale qui s'écoule de la glande, mais une salive épaisse, visqueuse, filante, autrement dit de la salive sympathique.

» D'une autre part, M. le Dr Gley enlève le ganglion cervical supérieur sans toucher à la corde du tympan, puis, comme le professeur Vulpian, il irrite le bout central du nerf sciatique et il remarque que cette irritation détermine une sécrétion abondante de salive. Seulement, cette fois, la salive, au lieu d'être sympathique, se trouve normale.

» Quant à moi, il n'y a qu'une façon d'expliquer ces faits extrêmement curieux; la voici :

» Dans l'expérience du professeur Vulpian, l'irritation du bout central du nerf sciatique est d'abord transmise au centre médullaire, à celui que, faute de mieux, nous avons désigné sous le nom de *centre de commandement*. Celui-ci réagit au moyen d'un filet nerveux allant de ce centre au ganglion cervical supérieur sur ce dernier, de manière à produire, par suite de la contraction des acini dont se compose la glande salivaire, la salive dite *sympathique*.

» Dans celle de M. le Dr Gley, l'irritation du bout central du nerf sciatique ne pouvant plus être transmise au ganglion cervical supérieur, puisque celui-ci a été détruit, est transmise par l'intermédiaire de la corde du tympan au centre phrénateur périphérique, qui, dans le cas présent, n'est autre que le ganglion sous-maxillaire. De là écoulement d'une salive semblable à celle produite normalement par la glande salivaire.

» Comme pour la production des phénomènes d'inhibition, l'intervention de deux centres nerveux réunis par un filet nerveux, l'un médullaire, l'autre périphérique, est donc nécessaire pour la production de ceux dits *excito-moteurs* ou de *tonicité*, puisque, sans leur intervention, il serait impossible d'expliquer d'une façon logique les faits extrêmement curieux que MM. Vulpian et Gley ont été à même d'observer en agissant, dans des conditions parfaitement déterminées, sur le bout central du nerf sciatique.

» En définitive, il résulte de tout ce qui précède que la production des deux espèces de salive dont on constate l'existence, soit chez l'homme, soit chez les animaux, est due à l'action exercée, au moyen des filets nerveux, par un premier centre médullaire dit *de commandement*, tantôt sur un second périphérique, tantôt sur un autre de même nature. Lorsque le centre périphérique est appelé à annihiler la tonicité des éléments primitifs qui entrent dans la composition de nos glandes, je lui donne le nom de *centre périphérique de phrénation*. Je désigne sous le nom de *centre périphérique excito-moteur* ou de *tonicité* celui qui est destiné à l'augmenter. »

THÉRAPEUTIQUE. — *Sur l'emploi du sulfibenzoate de soude dans le pansement des plaies comme agent antiseptique.* Note de M. **Édouard Heckel**, présentée par M. Ad. Chatin.

« En 1878 et 1879 [*Comptes rendus*, 22 octobre 1887, et *Mémoire sur la germination* (Académie des Sciences de Bruxelles, 1879)], je signalais à l'attention des botanistes ce fait, en apparence sans portée, que les *huiles essentielles*, l'*acide sulfureux* et le *benzoate de soude* en solution dans l'eau, sont capables de suspendre ou même d'arrêter, suivant les doses, la germination des graines. A cette époque, c'était un fait à enregistrer et rien de plus. Depuis, ce phénomène est devenu explicable en tenant compte de la nécessité de l'intervention microbienne dans l'acte germinatif (Duclaux) et de cet autre fait, que j'ai bien constaté, à savoir que les *essences*, l'*acide sulfureux*, les *corps du groupe benzoïque* et de la *série aromatique* sont, quoique à des degrés différents, des microbicides de quelque valeur, parmi lesquels l'*acide sulfureux* et le *benzoate de soude* occupent un très bon rang.

» Conduit par des nécessités de recherches micro-organiques, je dus m'efforcer d'accumuler dans un même composé chimique les propriétés antiseptiques de ces deux derniers corps, et j'y suis parvenu en faisant dissoudre une forte proportion d'*acide benzoïque* dans une solution concentrée de *sulfite de soude;* il en résulte un composé que je nomme *sulfibenzoate de soude*, et qui résume en lui les propriétés antiseptiques de ses composants. Il stérilise, en effet, un grand nombre de cultures microbiennes et détruit même le *Clathrocystis roseopersicina*, Cohn, cause de la Morue rouge, Champignon inférieur dont la résistance est considérable. Absolument inoffensif, jusqu'à des doses élevées, pour l'organisme humain, ce composé est très soluble dans l'eau à la température ordinaire. Toutes ces conditions m'ont engagé à en tenter l'essai dans le traitement des plaies à titre d'antiseptique. Ce sont les résultats de cette étude clinique que je viens faire connaître ici : ils peuvent avoir quelque intérêt pour les chirurgiens.

» Avec l'autorisation officielle du Ministère de la Marine, des expériences ont été faites par M. le Dr Fontan, chirurgien en chef à l'hôpital Saint-Mandrier (près de Toulon). MM. les Drs Tedenat, professeurs de clinique chirurgicale à la Faculté de Médecine de Montpellier, et Carence, médecin en chef de l'Hôtel-Dieu de Toulon, ont bien voulu y joindre leurs observations propres.

» Toutes les recherches de ces savants praticiens ont porté sur les solutions mères de sulfibenzoate de soude à 30gr pour 1000 d'eau, solutions que je livrais à ces expérimentateurs sous cet état concentré pour la commodité du transport. Elles étaient ensuite additionnées, pour les pansements de plaies, de cinq à huit fois leur volume d'eau selon la susceptibilité cutanée du sujet traité, de sorte que, en réalité, les solutions employées étaient de 4gr à 5gr de ce composé pour 1lit d'eau.

» Quinze observations ont été faites à l'hôpital Saint-Mandrier de mai à août 1887 et ont donné des résultats excellents, tant au point de vue de l'antiseptie que de la marche rapide des plaies vers la guérison. Les malades, pansés avec cet antiseptique à l'exclusion de tout autre agent de même nature, étaient placés côte à côte, pour la comparaison de la marche des phénomènes, avec d'autres blessés traités au *bichlorure de mercure* ou à *l'iodoforme*. M. Fontan a constaté « que les plaies pansées au sulfobenzoate » de soude ne le cèdent, ni pour la rapidité de l'évolution ni pour le dé» faut de toute complication, aux meilleurs antiseptiques ».

» Parmi les quinze cas relevés, on trouve toute une série de phlegmons plus ou moins graves, dans lesquels les résultats ont été excellents ; ils ont été très satisfaisants dans cinq cas de blessures récentes ou de plaies chirurgicales, mais ils ont laissé quelque peu à désirer dans les abcès fongueux ou tuberculeux. Peut-être le succès, dans ce dernier cas, tient-il à une question de dose. Ce sera un point à élucider ultérieurement.

» De l'ensemble de ses observations, M. le professeur Fontan conclut que :

» 1° Le *sulfibenzoate de soude* employé en lavages ou en fermentations à dose modérée de 4gr à 5gr par litre d'eau est un excellent antiseptique et un topique fort utile pour la cicatrisation des plaies ; 2° il est supérieur à *l'acide phénique* et se place à côté des meilleurs antiseptiques, savoir : les *sels de mercure,* dont il n'a pas la toxicité, et *l'iodoforme,* dont il n'a pas l'odeur désagréable et le prix élevé.

» M. le Dr Carence a employé la solution mère au tiers dans un cas de plaie du pied en pleine suppuration, comprenant tous les orteils et résultant d'une brulûre au troisième degré. Dès la première application, l'odeur disparaissait et la plaie prenait une couleur vermeille.

» Au bout de huit jours, la cicatrisation, d'ordinaire si lente à la suite de plaies par brûlures, prenait un essor tel qu'elle s'est produite en treize jours, c'est-à-dire un mois au moins avant le terme qu'il eût fallu atteindre avec les pansements ordinaires.

» Même succès dans un cas de fracture de la jambe avec plaie ulcérée

et dans un cas d'ulcères variqueux. M. le professeur Tédenat s'est servi de la solution en lavages après empyème et pour le pansement des plaies infectées : il en a tiré de bons résultats. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur de prétendues expériences du* XVIIIe *siècle, relatives à l'influence extérieure de substances renfermées dans des tubes.* Note de M. **W. de Fonvielle.**

« Pivati, archiviste de l'Université de Bologne, publia, en 1747, à Lucques, un Ouvrage intitulé *Della elettricita medica,* dans lequel il rendait compte de prétendues expériences exécutées à Turin par M. Bianchi, célèbre médecin de cette ville et auteur de la *Purgation électrique*.

» Au lieu d'absorber les médicaments comme dans la méthode ordinaire, on les renfermait dans des tubes hermétiquement scellés, et la vertu purgative s'exerçait par des effluves qui sortaient des pores du verre en même temps que l'étincelle électrique.

» Le bruit de cette découverte s'étant répandu en France, l'abbé Nollet entreprit un voyage en Italie dans le seul but de contrôler les faits énoncés. Le résultat des observations du savant physicien fut, il n'est pas besoin de le dire, complètement négatif. Il en rendit compte à l'Académie des Sciences de Paris, qui publia son travail dans le Volume de 1749, où on peut le lire aux pages 444 et suivantes. L'abbé Nollet examine, par la même occasion, d'autres prétendues expériences de M. Verati, de Bologne, qui soutenait que l'odeur des parfums s'exhalait à travers les pores du verre. Le P. Beccaria, alors âgé de trente-cinq ans, fut un des sujets soumis à l'expérimentation de la purge électrique et trouvés absolument réfractaires.

» Malgré l'insuccès complet de ces épreuves, Winkler, professeur à l'Académie de Leipzig, persista à maintenir qu'elles étaient décisives. Ce savant était célèbre pour avoir eu l'idée fort ingénieuse de remplacer la main par un coussin en crin dans la construction des machines électriques. Aussi son opinion balança pendant quelque temps celle de l'abbé Nollet. La Société royale de Londres ordonna des expériences, qui furent exécutées par Watson, un des correspondants de Franklin et un des plus habiles électriciens du temps. Les conclusions de Watson, identiques à celles de Franklin, furent radicalement défavorables et insérées aux pages 231 et suivantes des *Transactions philosophiques* pour 1751.

» Depuis lors, il ne fut plus question de transporter les propriétés médicinales au travers du verre, par la puissance électrique; on ne s'occupa plus que d'étudier, en eux-mêmes, les effets des fluides; la véritable électricité médicale prit naissance, dès que l'on se fut débarrassé de cette action chimérique. Priestley rend compte de ces événements singuliers dans son *Histoire de l'Électricité* (4ᵉ édition, p. 143. Londres, chez Bathurst, 1775). L'auteur termine son intéressante Notice en rappelant que, pendant plusieurs années, ces expériences avaient troublé tous les électriciens d'Europe, qu'elles avaient occasionné de très grandes dépenses, mais que les personnes qui assistèrent aux épreuves de contrôle finirent par être toutes convaincues de la futilité de ces assertions extravagantes, et cela, quoique la plupart fussent fortement prévenues en faveur des prétendus inventeurs. Leur confusion finale eut lieu dans les villes mêmes où ces théories étranges avaient pris naissance. »

M. DE CHARDONNET demande l'ouverture d'un pli cacheté dont le dépôt a été accepté par l'Académie dans la séance du 12 mai 1884. Ce pli, inscrit sous le n° 3766, est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel. Il contient la Note suivante :

Sur une matière textile artificielle ressemblant à la soie. (Extrait.)

« On fait une dissolution de 3^{gr} de cellulose nitrée dans 100^{cc} à 150^{cc} d'un mélange, à parties égales, d'alcool et d'éther. On ajoute $2^{cc},5$ d'une solution filtrée au $\frac{1}{10}$ de protochlorure de fer sec du commerce dans l'alcool (ou de protochlorure d'étain). On ajoute ensuite $1^{cc},5$ d'une solution d'acide tannique dans l'alcool. Le tout est filtré dans un appareil fermé, à l'abri de l'évaporation.

» Cette liqueur est placée dans un réservoir vertical portant au bas un bec de chalumeau horizontal. Cette tuyère, en verre étiré ou en platine, forme un cône aigu : l'ouverture doit être de $0^{mm},10$ à $0^{mm},20$; l'épaisseur du bord ne doit pas excéder $0^{mm},1$. Ce chalumeau débouche dans une cuve pleine d'eau acidulée par $\frac{1}{2}$ pour 100 d'acide nitrique monohydraté.

» Le niveau étant, dans le réservoir, de quelques centimètres plus haut que dans la cuve, l'écoulement se produit facilement. La veine fluide prend immédiatement de la consistance dans l'eau acidulée et peut être tirée dehors par un mouvement uniforme. Le fil ainsi formé doit être séché rapi-

dement durant son trajet à travers un espace où circule un courant d'air sec (non chauffé) et peut être enroulé dès qu'il est sec. Le fil ainsi obtenu est gris ou noir. On peut introduire un grand nombre de substances colorantes *solubles* dans la solution éthérée et obtenir des fils de toutes couleurs.

» Le nouveau fil est transparent, souple, cylindrique ou aplati; l'aspect, le toucher sont soyeux; le diamètre est de 12^{μ} à 20^{μ}. La charge de rupture est de 20^{kg} à 25^{kg} par millimètre carré (quelques échantillons ont porté 30^{kg}). Il brûle sans que le feu se propage; chauffé en vase clos, ce fil se décompose lentement. Il est inattaquable par les acides et les alcalis de moyenne concentration, par l'eau froide ou chaude. Insoluble dans l'alcool, l'éther, il se dissout dans l'alcool éthéré, l'éther acétique.

» On peut rapprocher plusieurs de ces filières, *tirer* un fil multiple et obtenir des *trames* et des *organsins* immédiatement utilisables. Les brins, réunis au sortir des becs, adhèrent assez fortement pour cela; d'ailleurs, on peut ajouter dans le liquide de la cuve tel adhésif ou tel apprêt qu'on voudra. Le groupement de plusieurs fils offre aussi l'avantage de remédier aux accidents du filage. »

MM. **Maumené** et **Limb** adressent une Note « Sur la marche à suivre pour obtenir les hydrates définis ».

M. **J. Delauney** adresse, de Saïgon, une nouvelle Note portant pour titre : « De la formation des astres ».

M. **Ferd. Guillon** adresse une Note sur un moyen d'augmenter la résistance longitudinale des cylindres rivés, soumis à une pression intérieure.

M. **L. Hugo** adresse une Note portant pour titre : « Remarques sur le nombre 12 en numération ordinaire décimale ».

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 7 novembre 1887.

Mémoire sur les sections des hélicoïdes à plan directeur; par M. Pécharman (Pierre). Montauban, J. Guillau, 1887 (texte et atlas); 2 br. in-f°.

Les fumeurs d'opium en Chine. Étude médicale; par le Dr H. Libermann. Boulogne-sur-Mer, Vve Charles Algre, 1886; br. in-8°. (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie, de l'année 1888.)

Leçons de Clinique chirurgicale, professées à l'hôpital Saint-Louis pendant les années 1881 *et* 1882; T. V; par M. le Dr Péan. Paris, Félix Alcan, 1887; 1 fort vol. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Recherches expérimentales sur la mort par la décapitation; par le Dr Paul Loye. Paris, Delahaye et Lecrosnier, 1887; br. in-4°. (Présenté par M. Brown-Séquard.)

Atlas d'Anatomie comparée des Invertébrés; par A. Vayssière; 1er fasc. Paris, Octave Doin, 1888; in-4°. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

Note sur le chemin de fer de Bayonne-Anglet-Biarritz; par MM. J. Carimantrand et A. Mallet. Paris, Librairie centrale des chemins de fer, 1887; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Mémoires de la Société d'émulation d'Abbeville; IIIe série, vol. IV, 1884-1886. Abbeville, C. Paillart, 1887; in-8°.

Rendiconti del Circolo matematico di Palermo; T. I, da marzo 1884 a luglio 1887. Palermo, sede della Societa, 1887; gr. in-8°.

Azimut assoluto del segnale trigonometrico del monte Palanzone sull' orizzonte di Milano, determinato nel 1882 *da* Michele Rajna. Milano, Ulrico Hoepli, 1887; gr. in-4°.

Official copy. — Hourly readings, 1885; Part I, january to march. London, 1887; br. in-4°.

Official copy. — The quarterly weather Report of the meteorological Office; new series, Part II, april-june 1879. London, 1887; br. in-4°.

Proceedings of the american Academy of Arts and Sciences, new series, vol. XIV; whole series, vol. XXII, Part II, from december 1886 to may 1887. *Selected from the records.* Boston, John Wilson and son, 1887; gr. in-8°.

American Journal of Mathematics, published under the auspices of the Johns Hopkin's University; vol. X, number 1. Baltimore, 1887; br. in-4°.

Annals of Mathematics. Office of publication : University of Virginia; vol. III, number 4. Charlottesville, august 1887; br. in-4°.

Bihang till kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Stockholm, 1887; 4 br. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 NOVEMBRE 1887.

PRÉSIDENCE DE M. JANSSEN.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *Note sur certaines définitions de Mécanique et sur les unités en vigueur;* par M. DE FREYCINET.

« Je désire soumettre à l'Académie quelques réflexions sur certaines définitions usitées en Mécanique, ainsi que sur les unités adoptées. J'essayerai de montrer qu'en modifiant légèrement ces unités on obtiendrait des avantages sensibles tout en restant dans un ordre d'idées plus rationnel. J'ai déjà touché ce sujet incidemment dans mon Traité de Mécanique; il m'a paru utile de le reprendre avec un peu plus de développement.

» Beaucoup d'auteurs établissent une sorte de lien logique entre les notions de *force*, de *poids*, de *masse*, et souvent même subordonnent la définition de la masse à celle du poids, bien qu'elle en soit indépendante et

qu'elle ait un caractère plus général. Pour séparer nettement ces idées, il convient, selon moi, de commencer par définir les forces, les masses et les vitesses que les premières communiquent aux secondes, sans même faire allusion à la pesanteur et à ses effets sur les corps. Rien n'est plus facile; car nous sommes entourés de forces qui n'ont rien de commun avec la pesanteur. Nous pouvons recourir à la vâpeur, à l'électricité, à la dilatation d'un gaz comprimé, à l'expansion de matières explosibles, à la détente d'un ressort, etc., sans parler de notre propre action musculaire, qui nous suggère la première notion de force ou d'effort. Nous pouvons d'autre part imaginer que les corps roulent ou glissent sans frottement appréciable sur un plan horizontal, de telle façon que la pesanteur n'ait pas d'influence sur le mouvement produit.

» Si nous soumettons successivement, dans ces conditions, à l'action d'une même force [1] plusieurs corps de substances différentes et de même volume, nous constatons que les vitesses communiquées au bout du même temps sont très inégales. Réciproquement, pour communiquer à ces corps la même vitesse, il faut déployer des efforts très inégaux. En représentant par 1 l'effort nécessaire pour mouvoir, par exemple, un décimètre cube d'eau, les efforts nécessaires pour mouvoir un décimètre cube de fer, de mercure, d'aluminium, de platine, de marbre, etc., seront respectivement représentés par 7, 14, $2\frac{1}{2}$, 21, $2\frac{3}{4}$ [2], etc.

» De même qu'en Physique on appelle *capacité calorifique* des corps la propriété qu'ils ont d'absorber plus ou moins de chaleur, selon leur nature, pour acquérir le même accroissement de température, j'appellerai *capacité dynamique* cette autre propriété en vertu de laquelle ils absorbent plus ou moins de force ou d'action dynamique pour acquérir la même vitesse dans le même temps.

» La capacité dynamique de l'eau étant prise pour unité, celles des corps que j'ai cités seront exprimées par les chiffres ci-dessus.

» De même encore qu'on nomme *calorie* la quantité de chaleur employée pour élever la température d'un litre d'eau de 1°, je nommerai *dynamie* ou *unité de force* la force employée pour communiquer au décimètre cube d'eau, dans l'unité de temps, une vitesse égale à l'unité de longueur. Les capacités dynamiques des corps sont évidemment égales aux nombres de dynamies qui leur impriment cette vitesse.

---

(1) Il s'agit, bien entendu, de forces constantes en grandeur et en direction.

(2) J'ai arrondi les chiffres pour simplifier.

» Enfin j'appelle *grandeur dynamique* d'un corps, de volume quelconque, le produit de sa capacité dynamique par son volume ([1]), c'est-à-dire le nombre de dynamies qui lui communique une vitesse égale à l'unité de longueur.

» On nomme *masse* la matière des corps, envisagée au seul point de vue du mouvement que la force lui procure, et abstraction faite de toutes ses autres propriétés. Deux masses sont considérées comme égales, quels qu'en soient la nature et le volume, lorsque la même force leur imprime la même vitesse dans le même temps. Il serait plus exact de dire qu'elles sont dynamiquement équivalentes, car nous ne savons rien sur les quantités absolues de matière qui les forment, et c'est une mauvaise définition de faire reposer l'égalité des masses sur la prétendue égalité des quantités de matière.

» Les masses des corps sont donc proportionnelles aux forces qui leur communiquent la même vitesse dans le même temps, et par suite à leurs grandeurs dynamiques. Elles sont exprimées par les mêmes chiffres que ces dernières si l'on adopte pour unité de masse la masse du corps dont la grandeur dynamique est l'unité de force, c'est-à-dire la masse du décimètre cube d'eau.

» Quand les corps ont le même volume, les masses sont entre elles comme les capacités dynamiques. Ces capacités elles-mêmes sont susceptibles d'une autre signification. Dire, en effet, que la capacité dynamique du fer, par exemple, est égale à sept fois celle de l'eau, c'est dire qu'un décimètre cube de fer équivaut, sous le rapport dynamique, à sept décimètres cubes d'eau. Et comme sept décimètres cubes d'eau renferment manifestement sept fois autant de matière qu'un seul, on peut considérer le décimètre cube de fer comme renfermant sept fois la matière du décimètre cube d'eau. De là ces locutions : la matière du fer est sept fois aussi *dense* que celle de l'eau, la *densité* du fer est égale à sept fois la densité de l'eau, prise pour unité. Il est clair que ces mots n'ont qu'un sens relatif aux phénomènes dynamiques.

» Les masses et les densités sont ainsi définies d'une manière indépendante de la pesanteur. Quand même on ignorerait si les corps ont des poids ; quand même, qu'on nous passe l'hypothèse, la pesanteur n'exis-

---

([1]) En supposant, bien entendu, que la capacité est constante dans toutes les parties du corps. S'il en était autrement, il faudrait prendre la capacité moyenne.

terait pas, les corps n'en auraient pas moins des masses, des densités, des capacités dynamiques; et ces éléments auraient les mêmes valeurs. Ces valeurs pourraient être calculées en soumettant les corps à l'action, je suppose, d'un ressort gradué ou de telle autre force déterminée. Les grandeurs observées de la vitesse acquise fourniraient les quantités cherchées. L'unité de force ou dynamie résulterait du choix de l'unité de longueur; ou réciproquement, si l'unité de force était fixée *a priori*, l'unité de longueur en découlerait.

» Passons maintenant aux effets de la pesanteur.

» Si l'on abandonne des corps à eux-mêmes dans le vide, on constate un fait bien remarquable : c'est que tous ces corps, quelle qu'en soit la nature, tombent avec la même vitesse. D'où l'on conclut que les corps sont soumis, dans leur chute naturelle, à des actions proportionnelles à leurs masses, puisque ces masses ont été définies précisément par la grandeur des forces qui leur communiquent la même vitesse.

» Soit donc qu'on détermine les masses d'après l'action d'une force étrangère appliquée aux corps, soit qu'on les détermine d'après l'intensité de l'attraction qui paraît s'exercer entre ces corps et le globe terrestre, le résultat est absolument le même. Il y a là une concordance bien propre à frapper nos esprits, car rien ne pouvait faire prévoir *a priori* que les corps les plus difficiles à mouvoir seraient en même temps les plus fortement sollicités vers la Terre. Il aurait très bien pu arriver qu'une substance légère devant nos efforts fût puissamment attirée par le globe, ainsi que nous voyons, par exemple, un aimant attirer le fer plus énergiquement que le platine. Ajoutons que les autres forces naturelles que nous connaissons ne s'exercent pas proportionnellement aux masses, mais suivant des conditions toutes différentes.

» Les résultats de la pesanteur sur les corps ou ce qu'on nomme les *poids* étant proportionnels aux masses, nous trouvons là un moyen expéditif d'évaluation, qui dispense des expériences plus ou moins laborieuses qu'on aurait pu faire. Au lieu d'appliquer aux corps des forces étrangères graduées de façon à leur communiquer la même vitesse, et de chercher dans le rapport de ces forces le rapport des masses, il suffit simplement de peser les corps; le rapport des poids fournit immédiatement le rapport des masses. Et si l'on prend la même unité pour les poids et pour les forces, c'est-à-dire si la pression produite par l'unité de poids est choisie comme unité de force, les chiffres exprimant les poids des corps exprimeront en

même temps leurs masses. C'est ce qui a été décidé, et le kilogramme ou poids du décimètre cube d'eau sert à la fois d'unité de poids et d'unité de force.

» Dès lors et en vertu des définitions précédentes, l'unité de longueur se trouve fixée : elle est la longueur de la vitesse acquise au bout d'une seconde par un décimètre cube d'eau tombant librement sous l'impulsion de son poids ou plus généralement la vitesse acquise, dans les mêmes conditions, par un corps quelconque, puisque tous les corps tombent avec la même vitesse. Cette unité de longueur, identique à celle qu'on aurait obtenue en sollicitant horizontalement la masse d'un décimètre cube d'eau ou toute autre masse équivalente par une action artificielle égale à la pression d'un kilogramme, a été déterminée par l'observation. Exprimée en mètres, elle est égale, on le sait, à 9,808..., nombre qu'on a coutume de représenter par la lettre g. Telle est la longueur qu'il faut substituer au mètre pour que les relations entre les diverses quantités soient celles que nous avons données.

» La connaissance des poids facilite la mesure des masses, mais elle n'ajoute rien à l'idée que nous nous en faisons. La notion de masse est même plus générale que celle de poids, car nous concevons des masses sans poids, tandis que nous ne concevons pas des poids sans masse. Un corps transporté à une suffisante distance de la Terre perdrait presque entièrement son poids, alors qu'il conserverait exactement sa masse, sa capacité dynamique, sa densité. Il faudrait toujours la même force pour lui communiquer la même vitesse au bout du même temps. En un mot, si la gravitation nous apparaît comme un fait universel, la capacité dynamique, d'où tout le reste dérive, nous apparaît comme une loi nécessaire de la matière.

» Si la longueur g était adoptée comme unité fondamentale, tout le système métrique subirait des modifications, mais ces modifications seraient, au point de vue pratique, beaucoup moins importantes qu'on ne serait tenté de le croire au premier abord. Car, à côté de cette unité fondamentale de près de 10 mètres, il se formerait immédiatement, pour les transactions, une unité usuelle égale au dixième ou à 98 centimètres environ; absolument comme, dans le système métrique, il s'est formé, à côté du mètre, le kilomètre et le millimètre; à côté de l'are, l'hectare et le mètre carré; à côté du litre, l'hectolitre et le mètre cube; à côté du gramme, le kilogramme et la tonne, etc. Le nouveau décimètre serait donc l'unité usuelle. Le litre serait le cube formé sur le nouveau centimètre ou 94 cen-

tièmes environ du litre actuel. De même le nouveau kilogramme serait réduit à $\frac{94}{100}$. Je remarquerai en passant que la nouvelle unité usuelle de longueur serait presque rigoureusement égale à l'ancienne demi-toise.

» Les avantages d'une unité fondamentale égale à g sont évidents. D'abord, les unités de force, de masse et de longueur se trouvent ainsi reliées d'une manière logique. Elles sont empruntées toutes trois à un même phénomène naturel : la chute d'un corps dans le vide. Un même corps, le litre d'eau, examiné sous ses divers aspects, fournit à la fois l'unité de poids, l'unité de force et l'unité de masse. Au contraire, dans le système en vigueur, le litre d'eau fournit bien l'unité de poids et l'unité de force, mais il ne fournit pas l'unité de masse; celle-ci est égale à la masse de g litres d'eau. En effet, le mètre ayant été fixé *a priori* et arbitrairement, en dehors du phénomène dynamique, le décimètre cube d'eau tombant en vertu de son poids ou sollicité horizontalement par un effort de 1 kilogramme n'acquiert pas une vitesse égale à l'unité de longueur, mais une vitesse g fois plus grande. Pour que cette vitesse soit ramenée à l'unité, il faut que, la force impulsive restant la même, la masse sollicitée soit rendue g fois plus forte. L'unité de masse, telle que l'impose le choix préalable du mètre, est donc la masse de g décimètres cubes d'eau, puisque celle-ci, sollicitée par 1^{kg}, acquiert effectivement en une seconde, une vitesse égale à la quarante-millionième partie du méridien terrestre. Comme conséquence, la masse d'un corps quelconque n'est plus exprimée par son poids, mais par son poids divisé par g. De là l'intervention continuelle du coefficient g dans les formules de Mécanique pure et appliquée, ce qui les alourdit et empêche souvent de saisir les rapports naturels entre les quantités. En outre, l'esprit perd peu à peu la notion concrète de la masse et s'habitue à voir dans le quotient $\frac{P}{g}$ (P étant le poids) une quantité purement algébrique. Aussi certains auteurs en arrivent-ils à définir la masse *le rapport du poids à la vitesse de chute,* tandis que la masse est une réalité tangible, représentée à nos yeux par un certain nombre de décimètres cubes d'eau ou une matière équivalente.

» Un autre avantage de l'unité g, c'est que sa détermination est incomparablement plus facile et moins dispendieuse que celle du mètre. On a fait un mérite au mètre d'appartenir aux longueurs naturelles et de pouvoir être retrouvé sûrement, si par la suite des temps il venait à se perdre ou à s'altérer. La vitesse de chute des corps offre à cet égard une supériorité marquée. On peut, à tout instant, procéder à une observation du pendule;

la durée de l'oscillation permet d'obtenir la longueur g en fonction de la longueur effective de la tige. On arrive même par ce procédé à un degré de précision que ne comporte pas la mesure du méridien terrestre. Les géomètres sont du reste édifiés sur les difficultés pratiques de cette dernière opération : plutôt que de la recommencer en vue d'avoir un mètre tout à fait exact, on a préféré conserver matériellement, dans les archives des États, la longueur du mètre telle que l'ont fournie les travaux antérieurs.

» Quant à l'objection tirée de ce que la pesanteur varie suivant le parallèle, elle ne mérite pas qu'on s'y arrête. Il n'y a pas plus de difficulté à spécifier le parallèle pour définir la longueur g, qu'il n'y en a eu à spécifier le méridien pour définir le mètre. L'amour-propre des nations, toujours en jeu dans de semblables questions, accepterait aussi bien la vitesse de chute *observée à Paris* que le méridien *passant par Paris*.

» En résumé, dans le système que j'ai esquissé, les unités se définissent ainsi :

» L'unité de longueur est la longueur de la vitesse acquise, au bout d'une seconde de temps moyen, par un corps tombant librement dans le vide à Paris : cette unité engendre une unité usuelle égale au $\frac{1}{10}$ ou à $0^{m},98$ environ.

» L'unité de volume est le cube dont le côté est le $\frac{1}{100}$ de l'unité de longueur, ou $0^{lit},94$ environ.

» L'unité de masse est la masse d'eau (à la température de $4^{\circ},1$) contenue dans l'unité de volume.

» L'unité de poids est le poids de l'unité de masse, à Paris.

» L'unité de force est égale à l'unité de poids.

» Les autres unités s'en déduisent.

» Les deux traits distinctifs sont : 1° que l'unité de longueur est empruntée au phénomène dynamique, au lieu d'être choisie arbitrairement et *a priori* parmi les longueurs terrestres ; 2° que l'unité de masse est la masse de l'unité de poids, au lieu d'être g fois cette masse.

» Je ne me dissimule pas que la modification d'un système aussi bien établi que le système métrique soulève de très grosses difficultés. Cependant on pourrait, dès maintenant, introduire les nouvelles unités dans l'enseignement de la Mécanique. Il ne serait même pas indispensable de les faire passer dans les calculs, si l'on jugeait qu'il en doit résulter certains inconvénients. Il suffirait à la rigueur, pour appeler l'attention sur elle et en faire apprécier les avantages, de les présenter dans les notions préliminaires et de les opposer aux unités adoptées. Le temps ferait son

œuvre et l'avenir dirait s'il convient de maintenir exactement le système métrique ou s'il est préférable de lui faire subir les corrections que la logique semble indiquer. »

OPTIQUE MÉTÉOROLOGIQUE. — *Sur un arc tangent au halo de 22°, observé le 8 novembre 1887.* Note de M. A. CORNU.

« Il est rare, du moins dans nos climats, d'apercevoir l'arc supérieur tangent au halo de 22°; il est plus rare encore de le voir seul, sans le halo lui-même. Ce phénomène a cependant été très visible à Paris, mardi dernier, entre midi et 1^h : une bande irisée, située au-dessus du Soleil, paraissait au premier abord n'être qu'un fragment de halo, comme on en voit si souvent sur un cirrus isolé; mais un examen plus attentif y faisait reconnaître la forme ondulée caractéristique de l'arc supérieur tangent, *convexe* en son milieu *vers le Soleil.* Il n'y avait pas traces de halo circulaire, quoique le ciel présentât dans toute la région avoisinant le Soleil la même teinte blanchâtre qu'aux points où l'irisation était visible. Si l'on accepte la théorie de Bravais (*Journal de l'École Polytechnique,* XXXIe Cahier, p. 50), on doit en conclure que les prismes de glace disséminés dans l'atmosphère avaient alors leurs axes dans une direction exclusivement horizontale et en moyenne normale au plan du vertical solaire ([1]).

» Je me borne à signaler l'importance météorologique de cette donnée pour discuter l'état et le mouvement des couches supérieures de l'atmosphère au moment de l'observation, en me reportant aux considérations indiquées dans la séance du 31 mai 1886 (t. CII, p. 1210). »

([1]) On vérifie que, conformément à la théorie, la hauteur du Soleil était inférieure à la limite 29°14',8 (*loc. cit.,* p. 56) où le phénomène est possible, limite à laquelle les arcs tangents supérieur et inférieur se réunissent pour former le *halo elliptique circonscrit* (*Comptes rendus,* t. C, p. 1324). En effet, le 8 novembre, à midi vrai, le Soleil, étant le plus haut possible, avait pour hauteur 24°36', ainsi qu'il résulte du calcul suivant :

Complément de la latitude de Paris 90° — 48°50'.	41°10'
Déclinaison australe du Soleil (*Annuaire du Bureau des Longitudes*). . . .	— 16°34'
Hauteur du Soleil au-dessus de l'horizon.	24°36'

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'état de la potasse dans les plantes et dans le terreau, et sur son dosage;* par MM. **Berthelot** et **André**.

« Nous avons examiné l'état de la potasse dans la terre végétale et nous avons montré comment cette potasse, en majeure partie insoluble dans les terrains siliceux, ne devient soluble par voie humide qu'avec lenteur et difficulté, même sous l'influence du temps, de la chaleur et des réactifs acides les plus énergiques; nous avons montré l'intérêt que présentent ces faits, tant au point de vue du dosage de la potasse et de la mesure des engrais complémentaires, que de l'assimilation de cet alcali par les végétaux. Nous allons exposer maintenant les observations analogues que nous avons faites comparativement sur les plantes vivantes et sur le terreau, produit de leur désagrégation, intermédiaire entre la plante et la terre végétale, dont il constitue la base organique.

» I. Plante vivante. — Nous avons pris comme type la *Mercurialis annua*, plante annuelle fort abondante et facile à se procurer. On a opéré sur la plante entière (octobre 1887); on l'a coupée en morceaux et séchée, à l'air libre d'abord, puis à 100°; ce qui lui a fait perdre 78,26 centièmes de son poids.

» La plante séchée a été pulvérisée avec soin, de façon à obtenir un mélange homogène. Elle contenait : azote total, 19,35 par kilo; elle donnait par incinération $125^{gr},0$ d'un résidu fixe, constitué principalement par des sels de potasse et de chaux (carbonates, sulfates, phosphates, etc.). On a opéré dans trois conditions.

» 1° *Dosage total après incinération* ménagée à l'air libre : c'est le dosage ordinaire. Il a fourni, pour 1 kilogramme de plante sèche : $27^{gr},87$ de potasse ($KO = 47,1$); c'est-à-dire 22,30 centièmes du poids de la cendre.

» Observons ici que les procédés ordinaires de dosage (traitement par l'acide chlorhydrique étendu, évaporation à sec, etc.) pourraient se trouver en défaut si l'on opérait sur une plante très riche en silice et susceptible de former des silicates avec excès d'acide pendant l'incinération : ces silicates ne cédant ensuite leur alcali que très difficilement. C'est là une remarque d'autant plus essentielle qu'elle s'applique pleinement à la terre végétale.

» 2° *Potasse des sels solubles dans l'eau*. — Nous avons traité la plante sèche (50^{gr}) par 10 fois son poids d'eau distillée, à froid, pendant vingt-

quatre heures. La liqueur filtrée a été évaporée à sec, le résidu incinéré, etc. On a obtenu ainsi, pour 1^{kg} de plante sèche : $18^{gr},92$ de potasse, soit les deux tiers seulement de la dose totale. Un tiers de la potasse environ se trouvait donc contenu dans la plante sous la forme de composés insolubles ou très peu solubles dans l'eau, dans les conditions de l'expérience. Une portion pouvait, à la rigueur, être contenue dans des cellules où ce liquide n'aurait pas pénétré.

» 3° *Potasse soluble dans les acides étendus.* — 50^{gr} de plante sèche ont été traités par 500^{gr} d'eau pure, additionnée de 150^{gr} d'acide chlorhydrique au dixième ($HCl = 15^{gr}$ environ). On a laissé digérer vingt-quatre heures, filtré et lavé le résidu avec 400^{gr} d'eau froide, ajoutée par parties successives. Puis on a évaporé le liquide et incinéré. On a obtenu cette fois, pour 1^{kg} de plante sèche : $24^{gr},58$ de potasse; soit $5^{gr},66$, c'est-à-dire un tiers de plus qu'avec l'eau pure. Ce résultat met en évidence l'existence des composés non extraits par l'eau, mais rendus solubles ou diffusibles par l'action de l'acide. Toutefois, malgré l'action de cet acide, il restait encore près d'un huitième ($3^{gr},29$) de potasse latente, que l'incinération seule a mise en évidence, en détruisant à la fois les cellules susceptibles de la retenir et les combinaisons spéciales dans lesquelles elle pouvait être engagée.

» Ainsi la potasse, dans une plante vivante, peut être distinguée sous trois formes : l'une facilement soluble dans l'eau et transmissible par circulation, diffusion, etc.; l'autre difficilement transmissible par l'eau pure, mais capable de devenir telle par l'action des acides; l'autre enfin plus résistante, mieux fixée dans les tissus et bien plus difficilement déplaçable : ce sont là des circonstances essentielles pour la Physiologie végétale.

» II. Terreau. — L'étude du terreau présente quelque intérêt, parce que le terreau, résultat immédiat de la décomposition des plantes, sert d'intermédiaire à la formation de la terre végétale elle-même. Notre terreau a été préparé exprès, dans des conditions d'origine bien définies et sans addition d'engrais ou d'ingrédients étrangers. Les plantes annuelles, cultivées dans le champ d'expériences de la Station de Chimie végétale de Meudon, ont été arrachées en 1886 après fructification et entassées, avec une certaine dose de terre adhérente à leurs racines; le tout formait un volume de plusieurs mètres cubes, exposé aux agents atmosphériques. Le tas s'est affaissé peu à peu et changé en matières humiques, sous les influences ordinaires, exercées à la fois par l'atmosphère et par les microbes.

Un an après, au mois d'octobre 1887, on a prélevé dans la partie moyenne de la masse un échantillon de quelques kilogrammes. On l'a tamisé au tamis de 5^{cm}, pour séparer les gros morceaux, desséché à l'air pendant huit jours, puis passé au tamis de 1^{mm}. Il renferme alors, en centièmes, 32,4 d'eau, et perd 45,9 par calcination à l'air. Il contient, par kilogramme sec : carbone organique, $95^{gr},8$, près de quatre fois et demie autant que la terre de nos essais; acide carbonique (des carbonates), $14^{gr},5$; azote, $8^{gr},6$, cinq fois autant que cette même terre, mais moitié moins que la plante étudiée plus haut.

» On voit comment la matière azotée, extraite du sol et concentrée par l'action de la végétation, y retourne ensuite pour constituer ou enrichir la terre végétale.

» 1° La potasse totale a été dosée, après incinération, par le fluorhydrate d'ammoniaque. On a obtenu, pour 1^{kg} de terreau sec, $11^{gr},65$; soit un tiers de plus que la même terre.

» 2° Or le traitement par l'eau froide (10 fois le poids du terreau, 24 heures de contact), a fourni :

KO soluble .... $2^{gr},96$

c'est-à-dire le quart seulement de la potasse totale; mais quarante fois autant que la terre précédente, traitée de la même manière.

» 3° Le traitement de 200^{gr} de terreau humide par 800^{cc} d'eau et 200^{cc} d'acide chlorhydrique au dixième, après 24 heures de digestion, puis lavage avec 400^{cc} d'eau, etc., a fourni en potasse :

Pour 1^{kg} terreau sec................. $5^{gr},84$

c'est-à-dire la moitié seulement de la potasse totale, sous forme attaquable par les acides. Cette dose est trente fois aussi forte que la dose obtenue avec la terre précédente, traitée de la même manière.

» 4° D'autre part, on a incinéré le terreau (200^{gr}) à l'air libre et traité ce produit d'abord par l'eau froide (24 heures), ce qui a fourni (pour 1^{kg} sec) :

KO soluble..	gr 0,521
Le résidu, traité par l'acide chlorhydrique à 2 centièmes, pendant 24 heures.	5,46
Le deuxième résidu, repris par le même acide au dixième, 24 heures.....	0,49
Somme.....................	$6^{gr},46$

» On voit d'abord que le dosage exact de la potasse ne peut être obtenu

directement par l'action de l'eau et des acides, même après incinération; la moitié de la potasse échappant encore, surtout sous forme de silicates provenant de la terre qui était mêlée aux résidus de plantes dans le terreau.

» La dose enlevée par l'eau acidulée, soit avant (5,84), soit après incinération (5,98), diffère peu. Mais la dose enlevée par l'eau seule était beaucoup plus forte (2,96) sur le terreau proprement dit que sur ses cendres (0,521). Cette circonstance, très digne de remarque, est explicable par la réaction de la silice sur le carbonate de potasse provenant des sels à acides organiques, réaction qui a donné lieu à une certaine dose de silicate alcalin insoluble. Elle mérite, nous le répétons, d'être notée comme propre à établir que la quantité de potasse soluble dans l'eau pure, après incinération, ne peut pas servir de mesure à la quantité qui préexistait dans la plante vivante ou dans le terreau : c'est une véritable rétrogradation qu'il importe de signaler aux analystes.

» L'ensemble de ces expériences est de nature à jeter quelque jour sur le rôle du terreau dans la végétation. Ce terreau ne retenait certes pas la totalité de la potasse soluble contenue dans les plantes dont il dérivait, une portion ayant été éliminée par l'action de la pluie. Mais il en conservait pourtant une proportion considérable et très supérieure à celle que la terre proprement dite pouvait céder immédiatement à l'eau. Sous ce rapport, comme sous celui de la richesse en azote, c'est là un véritable engrais complémentaire, à action rapide, intermédiaire entre les engrais minéraux et les engrais organiques proprement dits. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les trombes. Réponse à M.* Faye; Note de M. **D. Colladon.**

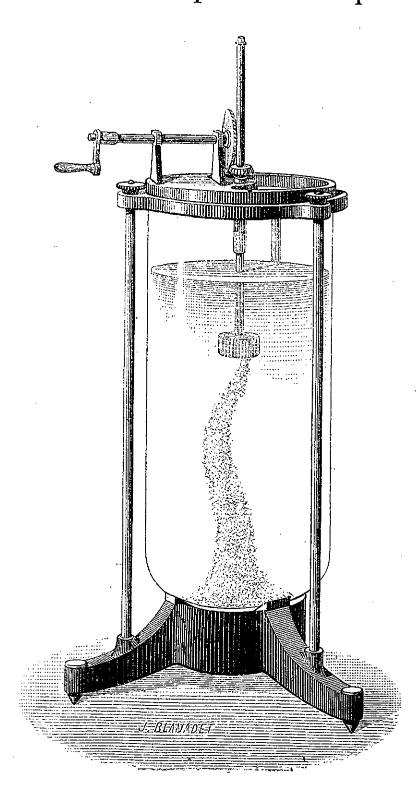
« La figure ci-jointe montre le relevé d'une photographie instantanée, prise à l'instant même où la trombe atteint la roue à palettes, qu'on tourne avec une vitesse de quatre à cinq tours par seconde, en faisant faire un tour par seconde à la manivelle; mais si l'on continue de tourner avec la même vitesse, la trombe devient *cylindrique*, ou *presque cylindrique*.

» Si l'on tourne beaucoup plus vite, l'air descend quelquefois jusqu'à la roue à palettes, et l'on a deux trombes, l'une ascendante et l'autre descendante, qui luttent et se croisent.

» Mon savant contradicteur dit que les trombes dans les cours d'eau

cheminent. Je ne crois pas que l'on ait vu des trombes liquides dans la partie moyenne ou inférieure, dans les courants d'eau, où l'on ne voit que la partie supérieure; mais tout à côté, dans le même fleuve, on voit souvent des tourbillons où l'eau paraît monter à la surface.

» Les trombes d'air se meuvent quand elles sont dans l'air qui se meut, parce que c'est ordinairement par l'action de deux ou trois vents diversement dirigés et qui se rencontrent qu'elles sont produites.



» J'en excepte le cas des trombes qui sont le résultat de différences très sensibles dans la température des poussières sur le sol et de l'atmosphère; tel serait le cas des trombes d'Afrique (Égypte), du Mexique et de l'Inde.

» M. H. Hildebrand m'a adressé, en juin de cette année, son beau Mémoire sur les mouvements supérieurs de l'atmosphère (publié aux frais du Gouvernement suédois, 1887). — Il paraît partager mes idées, et bien au delà, car il les étend à des tornados. Il dit *page* 16 :

» Au-dessus d'un minimum barométrique, l'air se meut le long de la surface du globe en forme de spirale vers le centre, de manière que, sur l'hémisphère boréal, la

rotation autour de ce centre a lieu dans le sens inverse des aiguilles d'une montre; dans le voisinage du centre, l'air s'élève et, à mesure qu'il monte, il s'éloigne de plus en plus de l'axe de rotation; dans les couches supérieures de l'atmosphère, l'air s'éloigne complètement du centre du minimum dans toutes les directions et se déverse en nappe uniforme au-dessus des régions des maxima, où il s'abaisse peu à peu vers la surface du sol pour s'y éloigner encore de la haute pression.

» Il décrit ensuite, dans la *page* 18, une expérience de Wilcke, faite dans le XVIIIe siècle :

» On prend un grand vase de verre qu'on remplit d'eau et au fond duquel on met une poussière de pierre ponce; une palette est placée au centre; quand on fait tourner très vite la palette, la surface supérieure devient *concave*, tandis qu'au-dessous de la palette *l'eau commence à monter*. De cette façon, il se produit un mouvement ascendant en forme de spirale; la couche de pierre ponce se forme en cône, du sommet duquel elle s'élève en spirale jusque vers la palette. Le phénomène ressemble alors parfaitement à une trombe qui se compose de deux cônes dont les sommets sont opposés. Si le vase est haut, on peut obtenir ainsi une étroite colonne en rotation, de plusieurs décimètres de hauteur, rappelant exactement les colonnes de sable des déserts de l'Afrique, ou les *ramolinos de polvo* des plaines du Mexique.

» J'ai aussi reçu, en juillet dernier, de M. Dechevrens, directeur de l'observatoire de Zi-Ka-Wei, près de Shanghaï (Chine), un Mémoire d'un haut intérêt sur le typhon de 1879. Il a comparé les observations de tout le parcours du météore, en recueillant des observations de phares, des stations météorologiques, ou des navires qui se sont trouvés pris par l'ouragan.

» Le vent soufflait vers le centre et ce n'est que tout près de ce centre qu'ils ont repris leur circularité. Mais ce qui est incontestable, c'est que le centre du météore était le siège d'une aspiration et d'un mouvement ascendant, au moins dans les régions inférieures.

» Cette assertion a d'autant plus de valeur, que l'auteur était partisan jusque-là de la théorie de la circularité des vents. L'auteur a aussi reproduit, dans un tonneau, l'expérience faite avant lui par M. Wilcke.

» Enfin je reçois de M. Elias Loomis, professeur de Philosophie naturelle et d'Astronomie dans le Yale College, etc., etc., un beau Mémoire publié cette année (1887) (New-Haven, Conn.), contenant 32 planches et 142 pages de texte, dans lequel il paraît concevoir des alternatives de cyclones contigus, présentant des pressions successivement ascendantes et descendantes, à la partie inférieure du moins. — Il dit :

» Nous savons que, dans le cas d'une dépression, l'air, à la surface du sol, est doué

d'un mouvement général centripète; que, près du centre de cette dépression, l'air monte et s'écoule vers d'autres parties du globe.

» ... Il faut tenir compte du mouvement ascensionnel de l'air au centre de la dépression. Ce mouvement est très violent dans les tempêtes tropicales, et il existe également dans les tempêtes des latitudes moyennes, ainsi que dans les tornados et les trombes.

» L'appareil que j'ai présenté à l'Académie est destiné à populariser la notion d'Hydraulique que j'ai indiquée dans la séance du 7 mars 1887, et à la montrer dans une salle de Cours à une nombreuse assemblée. »

GÉOMÉTRIE. — *Recherche du nombre* maximum *de points doubles* (proprement dits et distincts) *qu'il est permis d'attribuer arbitrairement à une courbe algébrique d'ordre m, cette courbe devant d'ailleurs passer par d'autres points simples, qui complètent la détermination de la courbe;* par M. DE JONQUIÈRES.

« I. Une courbe algébrique de degré m, qu'on suppose *déterminée* (¹) par des points doubles, proprement dits, et des points simples, donnés de position, dont le nombre total soit équivalent à $\frac{m(m+3)}{2}$ conditions simples :

» 1° Si $m < 6$, C_m peut être dotée *a priori* de tous les points doubles, proprement dits, distincts et donnés de position, que ce degré comporte, savoir $\frac{(m-1)(m-2)}{2}$.

» 2° Si $m = 6$, C_m ne peut être construite que si huit points doubles seulement sont donnés de position, ainsi que deux points simples qui achèvent de le déterminer. Ce degré 6 est un cas singulier de la question générale.

» 3° Enfin, soit $m > 6$.

» La courbe C_m peut toujours, dès qu'elle existe, être supposée engendrée par deux faisceaux projectifs de courbes inférieures, de degrés n,

---

(¹) Construire, par faisceaux projectifs, une courbe d'ordre m, qui soit douée de points doubles en des points désignés, lorsque d'autres conditions données n'achèvent pas de déterminer la courbe, ne constitue pas une question. C'est la complète détermination de C_m, ajoutée à la condition de points doubles désignés *a priori*, qui fait l'intérêt en même temps que la difficulté du problème dont il s'agit ici.

n', convenablement choisis et pouvant l'être de plusieurs manières distinctes. Soit, pour commencer par un cas simple [1], le système

$$n = \frac{m}{2} + 1 \quad \text{et} \quad n' = \frac{m}{2}, \qquad \text{si } m \text{ est pair,}$$

ou

$$n = \frac{m+1}{2} = n', \qquad \text{si } m \text{ est impair.}$$

» Avec ces données, les faisceaux générateurs donnent lieu à une courbe d'ordre $m+1$. Mais on fait en sorte que celle-ci se réduise à une courbe d'ordre m (celle qui est demandée), en ajoutant préalablement aux données du problème $m+2$ points simples, qui complètent le nombre des données nécessaires à la détermination d'une C_{m+1} et sont d'ailleurs pris à volonté sur une droite L, tracée arbitrairement sans toutefois qu'elle passe par aucun des autres points donnés qui déterminent C_m^δ. La droite L fait ainsi partie intégrante du lieu C_{m+1} engendré, et il suffit d'en faire ensuite abstraction pour avoir le C_m^δ qu'il s'agissait de construire.

» Théorème I. — *Si $m > 6$, la construction de C_m^δ n'est possible,* dans les conditions précitées, *que si le nombre δ des points doubles, proprement dits, donnés de position, est* AU PLUS *égal à $\frac{3m+2}{2}$, lorsque m est pair, ou à $\frac{3m+1}{2}$, lorsque m est impair* [2].

» II. La démonstration du théorème que je viens d'énoncer repose sur les propriétés connues des faisceaux projectifs et sur un théorème (clef des questions analogues) donné pour la première fois dans mon *Essai sur la génération des courbes géométriques* [3], et dont j'avais déjà fait usage, en 1856, dans un article inséré au t. I (2e série) du *Journal de Liouville*. Ce théorème consiste en ce que, « pour pouvoir construire une courbe C_m $(m = n + n')$ » par les intersections mutuelles et continues de deux faisceaux projectifs » $(C_n)(C_{n'})$, il faut *nécessairement*, si la courbe C_m doit être douée de

---

(1) J'aurai à en examiner d'autres.

(2) Tel est donc le maximum *relatif* aux valeurs précitées de n et n'; mais ce n'est point encore le maximum *absolu;* ce n'est, au contraire, que le *minimum maximorum* parmi ceux, successifs et échelonnés, qui se rapportent aux divers systèmes de valeurs de n et n' qu'on peut prendre à partir de celui-là, en y accroissant progressivement la valeur de n et diminuant celle de n' d'un même nombre d'unités.

(3) Voir le *Recueil des Savants étrangers* de 1858 et le Rapport, signé de Chasles et Poncelet, où une mention spéciale est faite du théorème que je cite ici. (Voir les *Comptes rendus*, séance du 7 septembre 1857, t. XLV, p. 318).

» δ points doubles désignés, introduire (et répartir à volonté) $nn' - 1 - \delta$ » points *inconnus* dans les bases des deux faisceaux. » Les autres données de la question, qui complètent la détermination de C_m, permettant, par une sorte de mise en équation géométrique du problème, de déterminer la position de ces X points inconnus, on obtient ensuite par continuité, une fois les faisceaux ainsi formés, tous les points successifs de C_m par les intersections mutuelles des courbes qui se correspondent, une à une, dans les deux faisceaux.

» Quant à la détermination préalable des points X, elle exige qu'après avoir formé complètement les bases des deux faisceaux (bases dont ils font *nécessairement tous* partie, ainsi que les points destinés à devenir doubles), il reste disponible, parmi les points simples donnés S et ceux L pris sur la droite arbitraire, qu'on y a ajoutés (soit en totalité $S + L$), un nombre précisément égal à $2X + 3$, savoir : $2X$ pour obtenir deux fois autant d'équations qu'il y a de points X à déterminer (chacun de ces points en exigeant deux), et 3 pour définir la projectivité des deux faisceaux, en y faisant passer respectivement les trois premières courbes correspondantes, qui en sont comme les *amorces*.

» Or les nombres $\frac{3m+1}{2}$, ou $\frac{3m+2}{2}$, selon le cas d'imparité ou de parité de m, satisfont précisément *toujours* à ces conditions. En effet, soit m impair, auquel cas on doit prendre $\delta = \frac{3m+1}{2} = B + B' - (nn' - 1)$.

» On a successivement

$$S = \frac{m(m+3)}{2} - 3\delta = \frac{m(m+3)}{2} - 3\,\frac{3m+1}{2},$$

$$L = m + 2;$$

d'où
$$S + L = 3 + \frac{m^2 - 4m - 5}{2}.$$

Les faisceaux générateurs étant tous deux d'ordres $\frac{m+1}{2}$,

$$X = \left(\frac{m+1}{2}\right)^2 - 1 - \frac{3m+1}{2} = \frac{m^2 - 4m - 5}{4}.$$

Donc, après avoir distrait des points $S + L$ les trois qu'il faut réserver pour établir la projectivité, il en restera précisément le double de X, *si aucun des points simples donnés n'a été employé comme nécessaire pour constituer les bases des faisceaux*. C'est effectivement ce qui a lieu; car chacune des bases B

et B', ne se composant que de points qui y sont simples, comprend

$$\frac{\left(\frac{m+1}{2}\right)\left(\frac{m+1}{2}+3\right)-2}{2}\text{ points,}\qquad\text{soit } \frac{m^2+8m-1}{8};$$

et, pour les deux bases ensemble,

$$B+B'=\frac{m^2+8m-1}{4}.$$

Or on a aussi

$$2\delta+X=\frac{m^2+8m-1}{4};\qquad\text{donc}\qquad B+B'=2\delta+X.$$

» En conséquence, si l'on attribue à la base de chaque faisceau les δ points qui *doivent devenir* doubles dans C_m, mais qui sont simples dans les $C_{\frac{m+1}{2}}$ génératrices, et la moitié $\frac{X}{2}$ des points inconnus, les deux bases se trouveront complètement constituées, sans qu'il soit nécessaire, pour cela, d'emprunter un seul point aux points S ni L, qui restent tous disponibles et sont précisément nécessaires et suffisants pour achever la solution.

» Dans le cas de m pair, l'un des faisceaux est d'ordre $\frac{m}{2}+1$, l'autre d'ordre $\frac{m}{2}$; mais les mêmes conclusions subsistent, comme il est aisé de s'en assurer par un calcul facile, en ayant seulement soin d'attribuer alors $\frac{m^2-2m}{8}$ des points X à la base du faisceau d'ordre $\frac{m}{2}+1$, et $\frac{m^2-6m-16}{8}$ au faisceau d'ordre $\frac{m}{2}$; d'où

$$B+B'=\frac{m^2+8m}{4}=2\delta+X$$

et

$$S+L=3+\frac{m^2-4m-8}{2}=3+2X.$$

» Ainsi le problème de la construction de C_m est résolu. Il reste à prouver que le nombre $\delta=\frac{3m+1}{2}$, ou $\frac{3m+2}{2}$ selon le cas, est un maximum.

» Or, si l'on y ajoutait une unité (et *a fortiori* plusieurs), X serait diminué de 1. On aurait donc

$$B+B'<2(\delta+1)+(X-1);$$

en d'autres termes, tous les points inconnus et tous les points qui doivent devenir doubles ne pourraient trouver place dans les bases. Or, cette

double condition est de rigueur; la construction de la courbe et son existence seraient donc impossibles, les conditions étant surabondantes.

» III. Plus généralement, soient, dans les conditions précitées, j étant un nombre entier,

$$n = n' = \left(\frac{m+1}{2} + j\right), \qquad \text{si } m \text{ est impair,}$$

ou

$$n = \left(\frac{m}{2} + 1 + j\right) \quad \text{et} \quad n' = \left(\frac{m}{2} - j\right), \qquad \text{si } m \text{ est pair,}$$

les degrés n et n' de deux faisceaux générateurs de C_{m+1}^{δ} se coupant sur une droite arbitraire L, ce qui réduit la courbe engendrée à C_m^{δ}.

» En tenant compte des significations attribuées ci-dessus aux lettres B, B', D, S, L et X, on trouve pour les valeurs de ces quantités (en se bornant ici à présenter les résultats des calculs pour m impair), et prenant $\delta = B + B' - (nn' - 1) = \frac{3m+1}{2} + 2j^2$, pour le cas présent de m impair,

$$B = \frac{m^2 + 8m + 4j^2 + 4j(m+4) - 1}{8}$$

et

$$B' = \frac{m^2 + 8m + 4j^2 - 4j(m+4) - 1}{8},$$

d'où

$$B + B' = \frac{m^2 + 8m + 4j^2 - 1}{4},$$

$$X = \frac{m^2 - 4m - 5}{4} - 3j^2;$$

donc

$$X + 2\delta = \frac{m^2 + 8m + 4j^2 - 1}{4} = B + B'.$$

» Ainsi encore les deux bases emploieront tous les points *inconnus* ainsi que les points qui doivent devenir doubles (ceux-ci figurant une fois dans chacune des bases), sans emprunter aucun des points simples donnés.

» On a $D = \frac{m(m+3)}{2}$; mais, à cause des δ points doubles donnés *a priori*, il ne reste que $S = \frac{m(m+3)}{2} - 3\delta$ points simples, auxquels il faut adjoindre les $m + 2$ points L pris arbitrairement sur L. Donc

$$S + L = \frac{m^2 - 4m + 1}{4} - 6j^2.$$

Or

$$2X + 3 = \frac{m^2 - 4m + 1}{2} - 6j^2;$$

et l'on a encore

$$S + L = 2X + 3,$$

comme ci-dessus. Donc, *les données sont toujours celles exactement nécessaires et suffisantes pour engendrer, par les deux faisceaux définis ci-dessus, une* C_m^δ *possédant au plus*

$$\delta = \frac{3m+1}{2} + 2j^2 \text{ points doubles,} \qquad \text{si } m \text{ est impair,}$$

ou

$$\delta = \frac{3m+2}{2} + 2j(j+1) \text{ points doubles,} \qquad \text{si } m \text{ est pair,}$$

comme il est aisé de s'en assurer en refaisant les calculs pour ce cas, avec cette dernière valeur de δ. On démontre d'ailleurs, comme ci-dessus, que ces valeurs de δ sont des maxima, relatifs à la valeur de j employée.

» Ces résultats justifient l'appellation de *minimum maximorum* que j'ai donnée plus haut aux premiers termes de ces formules dans le cas du système de faisceaux employé au théorème I, pour lequel on a $j = 0$.

» Quant au plus grand de ces *maxima relatifs*, il faut, pour le déterminer, fixer la limite supérieure de j, laquelle résulte de la condition $\delta \overline{\gtrless} B'$, et, par suite, est formulée par l'une ou l'autre des relations

$$\frac{\left(\frac{m+1}{2} - j\right)\left(\frac{m+1}{2} - j + 3\right) - 8}{2} \overline{\gtrless} \frac{3m+1}{2} + 2j^2, \qquad \text{si } m \text{ est impair,}$$

ou

$$\frac{\left(\frac{m}{2} - j\right)\left(\frac{m}{2} - j + 3\right) - 8}{2} \overline{\gtrless} \frac{3m+2}{2} + 2j(j+1), \qquad \text{si } m \text{ est pair.}$$

» Effectuant les calculs, il vient, en résumé,

$$\text{limite de } j = J \overline{\lessgtr} \frac{-(m+4) + \sqrt{4m(m-1)+1}}{6} \overline{\lessgtr} \frac{m-5}{6}, \qquad \text{si } m \text{ est impair,}$$

$$\text{limite de } j = J \overline{\lessgtr} \frac{-(m+7) + \sqrt{4m(m-1)+1}}{6} \overline{\lessgtr} \frac{m-8}{6}, \qquad \text{si } m \text{ est pair,}$$

en ayant soin de prendre pour J le nombre *entier* immédiatement inférieur à celui donné par la formule.

» On a donc ce théorème :

» THÉORÈME II. — *Le maximum* Δ *du nombre des points doubles qu'on*

peut, dans les conditions initiales précitées, prendre arbitrairement pour y faire passer une C_m *déterminée par un nombre suffisant d'autres points simples, est égal à*

$$\Delta = \frac{3m+1}{2} + 2J^2, \qquad \text{si } m \text{ est impair}$$

(J étant la limite assignée ci-dessus), ou

$$\Delta = \frac{3m+2}{2} + 2J(J+1), \qquad \text{si } m \text{ est pair}$$

(J étant la limite assignée ci-dessus), *et la courbe* C_m *qui jouit de ce maximum est toujours constructible par deux faisceaux projectifs d'ordres respectifs*

$$\left(\frac{m+1}{2} + J\right), \quad \left(\frac{m+1}{2} - J\right), \qquad \text{pour } m \text{ impair,}$$

ou

$$\left(\frac{m}{2} + 1 + J\right), \quad \left(\frac{m}{2} - J\right), \qquad \text{pour } m \text{ pair.}$$

» *Remarque.* — Il ne faudrait pas chercher à exprimer directement Δ en fonction de m, en se servant des formules ci-dessus, qui expriment la limite J. Car on ferait, de la sorte, entrer la valeur *totale* de J dans les calculs et transformations algébriques, tandis que, par la nature même des considérations géométriques qui ont servi de base aux raisonnements, c'est seulement la *partie entière* de cette valeur qu'il y faut employer, etc. »

ASTRONOMIE. — *Sur la « Bibliographie générale de l'Astronomie », publiée à Bruxelles par MM.* Houzeau *et* Lancaster. Note de M. **Faye**.

« M. Houzeau, ex-directeur de l'observatoire de Bruxelles, et M. Lancaster, bibliothécaire de cet établissement, ont voulu doter la Science astronomique d'une Bibliographie générale, ou plutôt d'un immense Catalogue méthodique comprenant l'indication de toutes les publications astronomiques, depuis les temps anciens jusqu'à nos jours. J'ai eu l'honneur de présenter, il y a quelques années, le second Volume, comprenant les Mémoires insérés dans les collections académiques et les journaux. C'était la partie la plus immédiatement utile et la plus désirée par les astronomes de profession. Aujourd'hui, j'ai l'honneur d'offrir à l'Académie, au nom des auteurs, la première Partie du Volume I[er], comprenant la nomenclature exacte des Manuscrits et Traités publiés à diverses époques sur l'Astro-

nomie des Hindous, des Assyriens, des Hébreux, des Grecs, des Romains, des Arabes, de la Renaissance et des temps modernes, puis celle des Traités d'Astrologie, y compris l'Astrologie médicale.

» Il est facile de se rendre compte de l'importance de cette œuvre, qu'on ne peut guère comparer, pour l'étendue et la persévérance, qu'à celle des Bénédictins. En mettant sous les yeux des hommes de science ce vaste tableau des connaissances acquises et des travaux antérieurs, le point de départ des recherches nouvelles sur un sujet quelconque est nettement marqué, tout auteur peut mettre à profit ce qui a été fait avant lui, et nul n'est exposé à reprendre en pure perte ce qui est déjà acquis à la Science.

» Nos livres contiennent de fréquentes citations, mais la plupart d'entre elles sont des citations de seconde ou de troisième main, témoignant ainsi de la difficulté qu'éprouvent les auteurs à recourir aux sources originales. MM. Houzeau et Lancaster donnent, pour chaque Livre ou Manuscrit ancien et rare, tous les détails, les lieux de publication, les bibliothèques où on doit les chercher, les éditions successives, les traductions en diverses langues, etc.... Aucune hésitation ne sera possible désormais, lorsqu'il s'agira des origines de la Science.

» Il suffit de parcourir ce volume pour être frappé de l'importance que l'usage général de la langue latine dans tous les pays civilisés a eue autrefois pour la culture astronomique. Au lieu d'ouvrages écrits, comme aujourd'hui, dans les langues les plus diverses, condamnés à rester longtemps inconnus aux pays où ces langues ne sont pas parlées, presque tous les livres, jusqu'au milieu du siècle dernier, étaient en latin ou traduits en latin, et se propageaient immédiatement d'un bout à l'autre de l'Europe. Tout le monde savait le latin : aujourd'hui il faut déchiffrer péniblement des livres écrits en anglais, en allemand, en hollandais, en italien, en espagnol, en portugais, en russe, en français, etc..., et les vanités nationales, faisant irruption, sous le couvert de leurs idiomes propres, dans le domaine de la Science pure, tendent à augmenter l'isolement des divers groupes de lettrés. C'est là, du reste, ce qui rend plus utile, plus opportune que jamais l'entreprise de MM. Houzeau et Lancaster.

» Mais c'est surtout au point de vue de l'histoire, non pas seulement de l'Astronomie, mais de l'esprit humain, que cette vaste Bibliographie est intéressante à parcourir. On y suit pas à pas les effets de la lente logique dont est douée l'espèce humaine, et la facilité avec laquelle notre esprit se contente, pendant des siècles, de notions dont l'absurdité éclatera plus tard. C'est ainsi qu'à l'époque de la Renaissance on voit les 145 éditions

de *La Sphère* de Sacro-Bosco se prolonger au delà de l'apparition du Livre de Copernic. Quand on suit de même les Ouvrages consacrés à l'Astrologie, depuis les *Prognostica* de Petosiris, en passant par le *Quadripartitum* de Ptolémée, les *Secrets des Astres* d'Albumazar, le *Speculum Astronomiœ* d'Albert le Grand, les Traités célèbres de Paracelse, de Gauricus, de Cardan, d'Oronce Finée, les *Prophéties* de Nostradamus, etc., on les voit se raréfier de plus en plus jusqu'à nos jours, où le dernier, le *Guide to Astrology*, de Raphaël, a paru à Londres il y a sept ans.

» C'est que cette Science, après avoir marqué une phase intéressante et peut-être inévitable de la civilisation, a perdu tout crédit à partir de l'époque où la conception antique de l'univers a fait place, dans tous les esprits, à celle des modernes.

» De même les auteurs ont cru devoir y adjoindre la nomenclature des médecins astrologues, depuis le fameux Traité *del Perche* jusqu'au D[r] Carmoy qui adressait, en 1855, à l'Académie de Mâcon, un très sérieux Mémoire intitulé : *L'influence des astres est-elle aussi nulle sur la santé qu'on le croit généralement?* Il ne faut pas trop s'étonner si Hippocrate lui-même assignait une influence médicale aux Pléiades ou à Sirius : il n'y a pas bien longtemps qu'on discutait sérieusement de l'influence que les taches du Soleil exercent sur la mortalité dans l'Inde et les faillites de la place de Londres. Les auteurs ont voulu dresser l'inventaire complet de tout ce que les hommes ont pensé et écrit sur les astres. Les œuvres immortelles et celles qui ont fait leur temps constituent l'héritage que le passé nous a légué : MM. Houzeau et Lancaster n'en ont rien voulu distraire de leur autorité privée.

» Avant de terminer, disons quelques mots de la belle Introduction de ce premier Volume : l'auteur, M. Houzeau, y a esquissé à grands traits une histoire philosophique de l'Astronomie qui intéressera vivement les lecteurs, surtout ceux qui n'ont pas suivi les découvertes récentes des égyptologues, des assyriologues et des orientalistes.

» On doit regretter que ces beaux volumes, d'une irréprochable correction, ne soient tirés qu'à 300 exemplaires. Il y a dans le monde bien plus de 300 bibliothèques de savants, d'universités, de facultés et d'observatoires où l'œuvre de MM. Houzeau et Lancaster doit trouver place. »

M. **Ph. Van Tieghem** fait hommage à l'Académie d'un Volume qu'il vient de publier, sous le titre : « Éléments de Botanique. — II. Botanique spéciale ».

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. V. Pourtalé adresse une Lettre relative à ses diverses Communications sur « la rage et les moyens propres à combattre cette maladie ».

(Renvoi à l'examen de M. Chauveau.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de la Guerre informe l'Académie qu'il a désigné MM. *Hervé Mangon* et le général *Perrier*, pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique, pendant l'année scolaire 1887-1888, au titre de Membres de l'Académie des Sciences.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Volume intitulé : « Souvenirs d'un savant français à travers un siècle, 1780-1865 », par *Léon Dufour*, Correspondant de l'Académie. Cet Ouvrage est présenté à l'Académie par M. A. Milne-Edwards, au nom des fils de M. L. Dufour, qui ont pris soin de réunir et de publier les notes laissées par leur père;

2° Le 1er Fascicule d'un « Traité élémentaire de Spectroscopie; par M. *Georges Salet* ». (Présenté par M. Friedel.)

ASTRONOMIE. — *Nébuleuses nouvelles, découvertes à l'observatoire de Paris.* Note de M. G. Bigourdan, présentée par M. Mouchez.

« J'ai découvert ces nébuleuses à l'aide de l'équatorial de la tour de l'Ouest ($0^m,310$ d'ouverture), dans les années 1884 à 1887. Elles avoisinent, en général, des groupes de nébuleuses déjà connues, et c'est le plus souvent en étudiant ces groupes aussi complètement que le permet mon instrument que je les ai trouvées. Elles sont presque toutes très faibles; quelques-unes, qui sont indiquées comme plus ou moins stellaires, pourraient, à la rigueur, être de simples étoiles; car, lorsque les images sont

agitées, étalées par l'atmosphère, il est souvent impossible de distinguer sûrement entre une petite nébuleuse et une étoile très faible. D'autres de ces nébuleuses pourraient avoir déjà été découvertes, car il est difficile de se retrouver dans les nombreuses listes de nébuleuses nouvelles publiées depuis le Catalogue général de J. Herschel et depuis son supplément par M. J.-L.-E. Dreyer. Fort heureusement, le même M. Dreyer a refondu les positions de toutes les nébuleuses connues jusqu'ici en un nouveau Catalogue général qui paraîtra bientôt et dont l'impression est même assez avancée.

» J'ai donné les positions de ces nébuleuses pour l'équinoxe moyen de 1860,0, afin de faciliter la comparaison avec le Catalogue général; ces positions ne sont qu'approchées, quoique toutes ces nébuleuses aient été rapportées à des étoiles voisines avec la précision qu'elles comportent; mais ces étoiles de comparaison n'ont pas encore été observées aux instruments méridiens.

» Pour la notation des grandeurs, j'appelle 13,5 l'éclat des objets qui sont à l'extrême limite de visibilité avec l'équatorial dont je me sers.

» J'ai désigné par l'abréviation G. C. le *General Catalogue of nebulæ and clusters of stars* de J. Herschel et son supplément par M. Dreyer.

Nos.	Ascension droite. 1860,0.	Distance polaire. 1860,0.	Description.
	h m s	° ′	
1.....	0.12.27	60.51	Jolie nébuleuse, grandeur : 13,3; 30″ de diamètre; plus brillante au centre.
2.....	0.13.45	68.13	Grandeur : 13,4-13,5; 25″ de diamètre, sans noyau; un peu plus brillante au centre.
3.....	0.14. 2	68.19	Gr. : 13,4-13,5; noyau stellaire. Deux étoiles, 13,5, en sont très voisines. Est distincte de 39 G. C.
4.....	0.14. 4	68.10	Grandeur : 13,5; plusieurs objets nébuleux entremêlés d'étoiles.
5.....	0.14.11	68.13	Gr. : 13,4; 20″ de diamètre; un peu plus brillante au centre; distincte de 5095 G. C.
6.....	0.14.58	68.17	Grandeur : 13,4-13,5; sans noyau.
7.....	0.15. 2	68.13	Grandeur : 13,4; 30″ de diamètre; très légèrement plus brillante vers le centre.
8.....	1. 0.12	58.21	Une ou deux étoiles avec quelques traces de nébulosité.
9.....	1. 0.13	58.19	Grandeur : 13,4-13,5; aspect stellaire.
10.....	1. 1.12	58.14	Gr. : 13,4; assez petite; aspect un peu stellaire.
11.....	1.48. 0	85. 4	Grandeur : 13,4, stellaire; probablement étoile accompagnée de nébulosité.
12.....	2.55. 6	49.11	Gr. : 13,4-13,5; 20″ de diam., avec un noyau stellaire.

Nos.	Ascension droite. 1860,0.	Distance polaire. 1860,0.	Description.
	h m s	° ′	
13.....	2.55.25	49.10	Étoile, 13,2, entourée d'une très faible nébulosité.
14.....	2.55.29	49.15	Étoile, 13,3, entourée probablement d'un peu de nébulosité.
15.....	2.55.37	49.11	Étoile, 13,3, entourée de nébulosité dissymétrique par rapport à l'étoile.
16.....	3. 7.51	48.59	Aspect stellaire.
17.....	3. 8. 5	49. 8	Grandeur : 13,4; ronde; 25″ de diamètre; très légèrement plus brillante vers le centre.
18.....	3. 8.16	49. 7	Gr. : 13,3-13,4; 25″ de diamètre, sans noyau.
19.....	3. 8.47	49. 0	Grandeur : 13,5; 30″ de diamètre; très légèrement plus brillante vers le centre.
20.....	3. 8.56	48.38	Grandeur : 13,3; 15″ de diamètre, avec petit noyau un peu plus brillant que le reste.
21.....	3. 9.59	49.10	Grandeur : 13,5; 20″ de diamètre, sans noyau.
22.....	3.11. 0	49. 9	Gr. : 13,2-13,3; 20″ de diamètre, avec noyau stellaire faible.
23.....	3.11. 2	49. 7	Grandeur : 13,4; 20″ de diam., sans noyau; un peu plus brillante vers le centre.
24.....	6.39.13	56.27	Gr. : 13,4; 10″ de diam.; aspect stellaire.
25.....	6.58.46	39.34	Gr. : 13,4, très petite; aspect fortement stellaire.
26.....	6.59. 7	39.35	Gr. : 13,5, située entre deux étoiles, de grandeur 12,7, qui gênent pour l'apercevoir.
27.....	7.11.56	102.58	Gr. : 13,4-13,5; 25″ de diam.; excessivement faible.
28.....	7.23.28	24. 0	Gr. : 13,3; 15″ à 20″ de diamètre; diffuse; compagnon de 1541 G. C.
29.....	7.44. 4	32.56	Voisine d'une étoile, 12,5, qui gêne pour l'apercevoir.
30.....	7.45.23	32.58	Étoile, 13,4, qui paraît légèrement nébuleuse.
31.....	7.45.29	32.58	Gr. : 13,4; 20″ de diam., avec petit noyau très faible.
32.....	7.45.58	32.58	Amas d'étoiles excessivement faibles, de 1′ de diam., avec nébulosité.
33.....	7.46.19	32.53	Étoile accompagnée peut-être d'un peu de nébulosité.
34.....	7.46.52	32.53	Étoile, 13,4, accompagnée peut-être d'un peu de nébulosité.
35.....	7.59.51	71.47	Excessiv. faible, soupçonnée; à 1′ de 1625 G. C.
36.....	7.59.57	71.47	Très faible, vue sûrement; *id.*
37.....	8.24.12	36.49	(La description manque).
38.....	8.38.16	76.53	Gr. : 13,4; 35″ de diam.; très diffuse.
39.....	9.16.39	99.51	Gr. : 13,4-13,5; 20″ de diamètre.
40.....	10. 5.11	50.40	Gr. : 13,5; 25″ de diam., sans noyau.
41.....	10. 5.12	50.41	Gr. : 13,4; 15″ à 20″ de diam., sans noyau; très légèrement plus brillante vers le centre.
42.....	10. 5.35	50.39	Gr. : 13,3; 20″ de diam.; le centre a l'aspect un peu stellaire.
43.....	10. 5.38	50.39	Gr. : 13,4; 20″ de diam., sans noyau; très légèrement plus brillante vers le centre.
44.....	10.28. 1	52. 1	Étoile, 13,3, entourée de nébulosité très faible.

Nos.	Ascension droite. 1860,0.	Distance polaire. 1860,0.	Description.
	h m s	° ′	
45.....	11. 3.10	60.32	20″ de diamètre; forme une nébuleuse double avec 2320 G. C.
46.....	11.35.43	72.45	Gr. : 13,4; 20″ de diam.; diffuse, sans noyau.
47.....	11.36.44	69.14	Gr. : 13,5; sa faiblesse empêche de saisir aucun détail.
48.....	11.36.49	69.14	Gr. : 13,4; 15″ de diam.; légèrement plus brillante vers le centre, qui est un peu stellaire.
49.....	11.46. 7	68.12	Gr. : 13,4; diffuse, sans noyau, un peu plus brillante vers le centre.
50.....	11.46.21	68.16	Gr. : 13,4-13,5; aspect stellaire.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'application des substitutions quadratiques crémoniennes à l'intégration de l'équation différentielle du premier ordre.* Note de M. **Léon Autonne**, présentée par M. Jordan.

« Conservons toutes les notations et conventions de notre récente Note: *Sur une représentation géométrique dans l'espace des intégrales de l'équation* $f\left(\xi, \eta, \frac{d\eta}{d\xi}\right) = 0$.

» Soit H l'équation différentielle de la forme $f\left(\xi, \eta, \frac{d\eta}{d\xi}\right) = 0$ ou, en coordonnées homogènes,

$$F(\overset{m}{x}, \overset{n}{u}) = F(x_1, x_2, x_3; u_1, u_2, u_3) = 0,$$

m et n étant respectivement les dimensions des x_i et des u_i dans F. Effectuons sur H la crémonienne quadratique (Communication du 23 mai 1887)

$$s = \begin{vmatrix} x_1 & 2T_1T_4 \\ x_2 & 2T_4^2 \\ x_3 & -T_1T_2 - T_3T_4 \\ u_1 & 2T_2T_4 \\ u_2 & -T_1T_2 + T_3T_4 \\ u_3 & 2T_4^2 \end{vmatrix},$$

$$T_i = a_{i1}x_1u_3 + a_{i2}x_2u_1 + a_{i3}r_1 + a_{i4}x_2u_3,$$

$$r_1 = x_2u_2 - x_3u_3,$$

$$a_{ij} = \text{const. de déterminant} \neq 0, \qquad i, j = 1, 2, 3, 4.$$

» On voit immédiatement que la crémonienne s revient entre les coordonnées z_j du point affixe Z de l'élément (X, U) à la substitution linéaire du déterminant $\neq 0$

$$\sigma = \left| z_i \quad \sum_j a_{ij} z_j \right|.$$

» *La crémonienne quadratique s du plan se trouve* ainsi *représentée dans l'espace par un simple changement de coordonnées homogènes* ou du tétraèdre de référence. C'est là la raison du choix que nous avons fait de la représentation géométrique adoptée.

» Si H est de la forme

$$F(\overset{m}{x}, \overset{n}{u}) = 0,$$

la surface S aura pour équation

$$F(2z_1z_4,\ 2z_4^2,\ -2z_1z_2 - z_3z_4,\ 2z_2z_4,\ -z_1z_2 + z_3z_4,\ 2z_4^2) = P(\overset{\lambda}{z}),$$
$$\lambda = 2(m+n).$$

» L'ordre λ de la forme quaternaire P est, en général, $2(m+n)$, mais peut prendre une valeur moindre Λ, si P se décompose en plusieurs facteurs.

» Ainsi, l'étude des modifications que font subir à H diverses crémoniennes s se ramène à celle des modifications qu'éprouve une forme quaternaire P, de dimension Λ, par le fait de diverses substitutions σ linéaires, homogènes, de déterminant $\neq 0$. Nous pouvons transporter en bloc dans la théorie des équations différentielles du premier ordre les nombreux résultats obtenus par divers géomètres dans la théorie des formes quaternaires. La seule précaution à observer, c'est que les coefficients a_{ij} de la substitution σ ne sont pas quelconques, mais choisis de façon que σ n'altère pas l'*équation de contact* (Communication du 23 mai 1887)

$$z_2\,dz_1 - z_1\,dz_2 - z_3\,dz_4 + z_4\,dz_3 = 0;$$

en d'autres termes, σ doit transformer les courbes intégrantes I de la surface S en des courbes intégrantes de la surface transformée.

» Appliquons la méthode de transformation indiquée dans la présente Note et la méthode d'intégration exposée dans la Note précédente aux cas les plus simples, $\Lambda = 1$ ou 2.

» Le cas $\Lambda = 1$ n'offre rien de neuf, car alors le connexe $F = 0$ est linéolinéaire et H s'intègre par des procédés bien connus.

» Le cas $\Lambda = 2$ présente un intérêt réel, car alors H est, en coordonnées non homogènes, de la forme

$$\psi\left[\frac{\xi}{\eta}, \frac{p}{\eta - p\xi}, \frac{2\eta - p\xi}{\eta(\eta - p\xi)}\right] = 0, \qquad p = \frac{d\eta}{d\xi},$$

ψ étant un polynôme quadratique quelconque ; les équations de cette forme n'ont pas encore été intégrées.

» Dans le cas actuel, $\Lambda = 2$, on peut en général (c'est-à-dire à moins de relations particulières entre les coefficients de H), trouver une crémonienne quadratique s de façon que la forme quaternaire P devienne, après avoir été transformée par σ (voir plus haut),

$$P' = z_1^2 + z_2^2 - 2K z_3 z_4 \qquad \text{ou} \qquad P'' = z_1^2 + z_2^2 - K^2 z_4^2,$$
$$K = \text{const.}$$

Alors la surface S est de révolution autour de l'axe des z et a pour équation en coordonnées rectangulaires

$$0 = x^2 + y^2 - 2Kz \qquad \text{ou} \qquad 0 = x^2 + y^2 - K^2,$$

c'est-à-dire en coordonnées semi-polaires r et θ

$$2Kz = r^2 \qquad \text{ou} \qquad r^2 = K^2.$$

» Les courbes I s'obtiennent sans difficulté : elles se projettent sur le plan des xy suivant les spirales logarithmiques $r = Ce^{K\theta}$ ou sont les hélices $z = K^2\theta + C$ du cylindre $r^2 = K'^2$. Ces résultats s'obtiennent immédiatement en se reportant à notre Note précédente.

» On a donc sur une courbe I x, y, z exprimés rationnellement en fonction de la constante d'intégration C et de θ ou de l'exponentielle $e^{K\theta}$, et des fonctions trigonométriques de θ. Faisant usage des relations (z') de ma Note précédente, on a

$$\xi = A(C, \theta, \sin\theta, \cos\theta, e^{K\theta}),$$
$$\eta = B(C, \theta, \sin\theta, \cos\theta, e^{K\theta}), \qquad p = D(C, \theta, \ldots);$$

D, A, B = fonctions rationnelles.

» Il suffit d'éliminer θ entre les deux premières des équations précédentes pour avoir l'intégrale

$$\Psi(\xi, \eta, C) = 0$$

de l'équation H, transformée de H par la crémonienne s. Si l'expression de s^{-1} en coordonnées non homogènes ξ, η, p est

$$s^{-1} = \begin{vmatrix} \xi & \mathcal{A}(\xi, \eta, p) \\ \eta & \mathcal{B}(\xi, \eta, p) \\ p & \mathcal{C}(\xi, \eta, p) \end{vmatrix}, \qquad \mathcal{A}, \mathcal{B}, \mathcal{C} = \text{fonctions rationnelles},$$

il suffit, pour avoir l'intégrale $\Omega(\xi, \eta', C) = 0$ de H, d'éliminer θ entre les équations

$$\xi' = \mathcal{A}(A, B, D) \qquad \text{et} \qquad \eta' = \mathcal{B}(A, B, D).$$

H est donc intégrée. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie du magnétisme.* Note de M. **P. Duhem**, présentée par M. Darboux.

« *Comparaison des corps magnétiques et des corps diamagnétiques.* — Soit $\mathcal{F}$ le potentiel thermodynamique interne d'un système qui renferme des aimants permanents et des corps dénués de force coercitive à distance finie les uns des autres; soit $\mathcal{F}_0$ le même potentiel lorsque les corps dénués de force coercitive sont infiniment éloignés des aimants; si $\mathcal{F}_0 - \mathcal{F}$ est positif, nous pourrons dire que les corps dénués de force coercitive sont attirés par les aimants. On peut alors démontrer le théorème suivant :

» *Tout corps magnétique est attiré par des aimants permanents lorsqu'il en est très éloigné. Il est impossible de rien prévoir pour un corps diamagnétique.*

» La distinction qui existe entre les corps magnétiques et les corps diamagnétiques résulte du théorème suivant :

» *Deux corps de même forme, l'un très peu magnétique, l'autre très peu diamagnétique, ayant des fonctions magnétisantes égales en valeur absolue, ont, lorsqu'on les place, libres de tourner autour d'un axe, sous l'action d'aimants permanents, les mêmes positions d'équilibre; mais les positions d'équilibre stable de l'un sont les positions d'équilibre instable de l'autre.*

» *Détermination de la fonction magnétisante.* — Les théorèmes suivants indiquent les relations qui existent entre la théorie de Poisson et la théorie actuelle de l'aimantation par influence, la première supposant l'existence

d'un coefficient constant d'aimantation μ, la seconde d'une fonction magnétisante F ($\mathfrak{M}$) dépendant de l'intensité d'aimantation :

» Théorème I. — *Si un corps homogène, possédant une fonction magnétisante déterminée, s'aimante uniformément dans des conditions déterminées, la fonction magnétisante a alors une même valeur* M *aux divers points du corps; un corps de même forme, ayant un coefficient d'aimantation* μ *constant et égal à* M, *prendra la même aimantation que le précédent dans les mêmes circonstances.*

» Théorème II. — *Considérons un cas particulier où un corps homogène, soumis à l'aimantation et possédant un coefficient d'aimantation* μ *indépendant de la grandeur de l'aimantation, s'aimante uniformément pour toutes les valeurs de ce coefficient; remplaçons ce corps par un corps homogène de même forme correspondant à une certaine fonction d'aimantation* λ. *Ce corps prendra identiquement la même aimantation qu'un corps de la première série pour lequel le coefficient* μ *aurait une valeur* M *déterminée de la manière suivante :*

» En un point intérieur à l'un quelconque des corps de la première série, nous avons

$$\left(\frac{\partial \varphi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial \varphi}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial \varphi}{\partial z}\right)^2 = \psi(\mu),$$

et M satisfait à l'équation

$$\psi(M) - M = o.$$

» Ces théorèmes justifient la détermination expérimentale de la fonction magnétisante par l'étude d'un ellipsoïde dans un champ uniforme, comme l'a déjà indiqué M. G. Kirchhoff; on peut aussi déterminer la fonction magnétisante par la méthode du tore, due à M. G. Kirchhoff, en supposant très petite la section du tore.

» *Aimantation des cristaux.* — Lorsqu'un système renferme un corps non isotrope homogène, en prenant pour axes des directions invariablement liées à la substance, le potentiel thermodynamique interne a pour expression

$$\mathcal{F} = E(U - TS) + Y + \int\!\!\int\!\!\int \mathcal{F}(\mathfrak{M})\, dx_1\, dy_1\, dz_1 + \int\!\!\int\!\!\int \mathcal{G}(\mathcal{A}, \mathcal{B}, \mathcal{C})\, dx_2\, dy_2\, dz_2,$$

la première intégrale triple s'étendant aux corps isotropes, la seconde aux corps non isotropes.

» Pour les corps isotropes, le rapport $\frac{\mathcal{F}(\mathfrak{M})}{\mathfrak{M}^2}$ tend vers une limite finie lorsque $\mathfrak{M}$ tend vers o. En généralisant cette proposition, on est amené à écrire

$$\mathcal{G}(\mathcal{A}, \mathcal{B}, \mathcal{C}) = \Phi_{11}\mathcal{A}^2 + \Phi_{22}\mathcal{B}^2 + \Phi_{33}\mathcal{C}^2 + 2\Phi_{23}\mathcal{B}\mathcal{C} + 2\Phi_{31}\mathcal{C}\mathcal{A} + 2\Phi_{12}\mathcal{A}\mathcal{B},$$

les Φ_{pq} étant des fonctions de $\mathcal{A}$, $\mathcal{B}$, $\mathcal{C}$, finies pour $\mathcal{A} = 0$, $\mathcal{B} = 0$, $\mathcal{C} = 0$.

» La surface

$$\Phi_{11}x^2 + \Phi_{22}y^2 + \Phi_{33}z^2 + 2\Phi_{23}yz + 2\Phi_{31}zx + 2\Phi_{12}xy = 1$$

est la *surface d'aimantation*.

» En égalant à o la variation du potentiel thermodynamique, on obtient les trois équations de l'équilibre magnétique, dont la première est

$$\begin{aligned}\frac{\partial\mathcal{V}}{\partial x} &+ \left(2\Phi_{11} + \mathcal{A}\frac{\partial\Phi_{11}}{\partial\mathcal{A}} + \mathcal{B}\frac{\partial\Phi_{12}}{\partial\mathcal{A}} + \mathcal{C}\frac{\partial\Phi_{13}}{\partial\mathcal{A}}\right)\mathcal{A} \\ &+ \left(2\Phi_{12} + \mathcal{A}\frac{\partial\Phi_{21}}{\partial\mathcal{A}} + \mathcal{B}\frac{\partial\Phi_{22}}{\partial\mathcal{A}} + \mathcal{C}\frac{\partial\Phi_{23}}{\partial\mathcal{A}}\right)\mathcal{B} \\ &+ \left(2\Phi_{13} + \mathcal{A}\frac{\partial\Phi_{31}}{\partial\mathcal{A}} + \mathcal{B}\frac{\partial\Phi_{32}}{\partial\mathcal{A}} + \mathcal{C}\frac{\partial\Phi_{33}}{\partial\mathcal{A}}\right)\mathcal{C} = 0;\end{aligned}$$

elles sont faciles à transformer en trois équations, dont la première est

$$\mathcal{A} = -\frac{h}{\Delta}\left(\delta_{11}\frac{\partial\mathcal{V}}{\partial x} + \delta_{12}\frac{\partial\mathcal{V}}{\partial y} + \delta_{13}\frac{\partial\mathcal{V}}{\partial z}\right),$$

Δ et δ_{11}, δ_{12}, δ_{13}, ... étant des fonctions de $\mathcal{A}$, $\mathcal{B}$, $\mathcal{C}$ faciles à former au moyen des Φ_{pq} et de leurs dérivées partielles.

» On peut étendre aux cristaux une théorie analogue à celle que nous avons développée pour les corps isotropes. On peut en particulier démontrer des théorèmes analogues à ceux que nous avons énoncés plus haut; ces théorèmes permettent la détermination expérimentale de la surface d'aimantation. »

MAGNÉTISME. — *Sur l'aimantation transversale des conducteurs magnétiques.* Note de M. **Paul Janet**, présentée par M. Mascart.

« Lorsqu'un cylindre métallique est traversé par un courant dans le sens de sa longueur, il naît, en chaque point du cylindre, une force magnétique qui est perpendiculaire à la fois au rayon passant par ce point et à

l'axe du cylindre; si donc ce conducteur est formé d'un métal magnétique, il doit, par le passage du courant, s'aimanter transversalement; un filet circulaire, concentrique au cylindre et pris dans une section droite, jouira alors de toutes les propriétés d'un solénoïde fermé ou d'un anneau de fer aimanté.

» Les expériences qu'on a données jusqu'ici pour prouver cette aimantation transversale sont toutes indirectes, ou, pour mieux dire, l'hypothèse d'une aimantation transversale n'a été imaginée que pour expliquer ces expériences : nous citerons, par exemple, les extra-courants obtenus par Villari dans des fils de fer rectilignes, l'aimantation par torsion d'un fil de fer parcouru par un courant (Wiedemann), etc.

» Je me suis proposé de mettre en évidence par une expérience directe cette propriété des conducteurs magnétiques. La difficulté provenait de ce qu'un tel cylindre, pouvant être considéré comme un assemblage de solénoïdes fermés, n'exerce aucune action magnétique extérieure. J'ai employé un artifice analogue à celui qu'on emploie pour révéler l'existence de l'aimantation d'un anneau. Un cylindre d'acier, d'environ 30^{cm} de longueur et $1^{cm},5$ de diamètre, a été fendu suivant un plan diamétral, et les parties planes ont été rodées avec soin de manière à pouvoir s'appliquer exactement l'une contre l'autre. Dans ce cylindre, j'ai fait passer pendant quelques secondes un courant de 50 ampères environ (30 ampères sont suffisants), puis, les deux moitiés séparées, une feuille de papier a été disposée au-dessus de la partie plane de l'une d'elles, et l'on a formé un spectre magnétique; ce spectre, qui a pu être fixé et photographié par les procédés ordinaires, a révélé l'existence très nette de deux lignes polaires, parallèles à l'axe du cylindre et correspondant aux génératrices extérieures, entre ces deux lignes; la limaille se dispose normalement à chacune d'elles en filets rectilignes très réguliers. Aux deux extrémités, ces filets s'arrondissent en tournant leur convexité vers l'extérieur. L'explication de ces faits est évidente : en séparant les deux moitiés du cylindre, nous avons brisé chaque anneau élémentaire, et les lignes polaires observées ne sont autre chose que le lieu des pôles de ces anneaux. On peut vérifier d'ailleurs que, si l'on approche un de ces aimants d'une aiguille aimantée, elle tend à se mettre en croix avec lui, au lieu de prendre une direction parallèle, comme cela a lieu dans le cas d'une aimantation longitudinale.

» Au point de vue mathématique, la distribution de l'intensité d'aimantation suit une loi très simple : considérons une section droite du cylindre; si nous appelons S cette section droite, I l'intensité du courant, la force

magnétique en un point est égale et perpendiculaire à celle qui serait exercée en ce point par une matière fictive homogène répandue sur cette section, et agissant proportionnellement aux masses et en raison inverse de la simple distance. On démontre aisément que de telles forces jouissent dans le plan des mêmes propriétés générales que les forces newtoniennes dans l'espace; en particulier, l'action d'un filet circulaire homogène sur un point extérieur est la même que si toute la masse était concentrée en son centre, tandis que son action sur un point intérieur est nulle. Il en résulte que, dans le cylindre, la force magnétique en un point situé à une distance x du centre a pour expression $\frac{2Ix}{R^2}$, R étant le rayon du cylindre. D'ailleurs, la force provenant de l'aimantation induite est nulle, et, par suite, si nous appelons f la fonction magnétisante, l'intensité d'aimantation à une distance x du centre sera donnée par la formule $M = f\left(\frac{2Ix}{R^2}\right)$. Si l'aimantation induite suivait la loi de Poisson, on aurait simplement l'expression connue

$$M = \frac{2kIx}{R^2}.$$

Ces considérations pourraient peut-être donner un moyen simple d'étudier la fonction magnétisante. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Mesures des hauteurs et des mouvements des nuages au Spitzberg et à Upsala*. Note de M. **Nils Ekholm**, présentée par M. Mascart.

« 1. L'expédition suédoise au Spitzberg de 1882-1883, dont l'Académie royale des Sciences de Suède m'avait confié la direction, emporta trois théodolites spéciaux, construits sur les indications de M. le professeur H. Mohn et destinés à mesurer la position des aurores boréales, avec quatre téléphones et le fil de ligne nécessaire. Pendant l'hiver arctique nous fîmes plusieurs mesures de la parallaxe des aurores, et pendant la saison claire nous avons employé les mêmes appareils pour déterminer les hauteurs et les mouvements des nuages. A cause de plusieurs circonstances défavorables, le nombre de ces dernières mesures n'a été que de 50 environ. Nous avions deux bases, dont la plus longue n'était que de $572^m,6$, faute de fil de ligne.

» Après le retour en Suède, je proposai à M. le professeur H.-H. Hilde-

brandsson, directeur de l'observatoire météorologique d'Upsala, d'y établir des observations sur les nuages, d'après la méthode inaugurée au Spitzberg, ce qu'il a bien voulu m'accorder. Il fit construire deux piliers pour les théodolites et les fit relier par un fil de ligne. L'Académie des Sciences nous prêta les appareils de l'expédition. De plus, j'eus la bonne fortune de trouver un collaborateur aussi habile que dévoué à la Science, M. K.-L. Hagström. En juin 1884, nos observations commencèrent. Cet été-là, nous fîmes environ 300 mesures. Le calcul démontra, ce que je prévoyais déjà à cause des observations au Spitzberg, que la base employée, de $489^m,5$, était trop courte par rapport aux distances mesurées. M. le Directeur eut l'obligeance de remédier à ce défaut en faisant construire, au printemps de 1885, un troisième pilier, distant de $1301^m,9$ du plus éloigné des piliers antérieurs. Le nombre des mesures faites jusqu'ici avec cette base s'élève à plus de 2000. Pour quelques-unes de ces mesures, nous avons été aidés obligeamment par MM. Jul. Juhlin, Edv. Bergenström et Aug. Falk.

» 2. Nos théodolites ou altazimuts portent un tube à viser *sans lentilles;* les hauteurs et les azimuts sont lus à une minute d'arc près.

» Les deux observateurs se placent à leurs instruments et s'arment chacun de deux téléphones, l'un transmetteur, l'autre récepteur. Ils communiquent entre eux jusqu'à s'accorder sur un même point du nuage, convenable à viser. Ils fixent d'avance la seconde précise à observer qu'ils saisissent en comptant les battements de leurs montres à partir d'un moment signalé par l'autre observateur; ils font le pointé voulu, notent l'heure précise, lisent les cercles, décrivent l'aspect du nuage, etc. On répète les observations autant que possible, mais il arrive souvent que le nuage se déforme si vite qu'on n'a guère le temps d'obtenir une seule répétition. Par contre, nous avons quelquefois réussi à obtenir jusqu'à dix mesures répétées.

» La base ne doit pas être trop courte ni trop longue. Dans le premier cas, on n'obtiendrait pas une parallaxe suffisante. Dans le dernier cas, il deviendrait impossible aux observateurs de reconnaître un même point. C'est pourquoi nous avons proposé, dans un Rapport lu devant la troisième Conférence du Comité météorologique international, à Paris (1885), d'établir à chaque observatoire météorologique de premier ordre un système de *trois* postes reliés entre eux par un fil de ligne téléphonique. Deux des postes, à une distance de 2500^m à 5000^m, serviront pour les observations des nuages supérieurs; deux, à une distance de 500^m à 1000^m, pour celles des nuages inférieurs. MM. Hagström et Falk ont réalisé assez bien

cette disposition pendant l'été passé, à Storlien, gare de la province de Jemtland (Suède septentrionale), où ils ont fait environ 400 observations, avec deux bases, de 700^m et de 2400^m environ.

» 3. Voici la méthode de calcul que nous avons employée avec M. Hagström.

» Soient T_1 et T_2 les deux théodolites, b leur distance horizontale, c la hauteur de T_2 au-dessus de T_1. Prenons pour origine T_1, pour axe des x l'horizontale menée dans le vertical des appareils, pour axe des y l'horizontale perpendiculaire, pour axe des z la verticale, et comptons les sens positifs des axes vers T_2, vers la droite d'un observateur placé en T_1 et regardant T_2 et vers le zénith. Soient h_1 et h_2 les hauteurs angulaires, a_1 et a_2 les azimuts du point visé, angles observés en T_1 et en T_2 et débarrassés des erreurs instrumentales, les azimuts étant comptés à partir du sens positif de l'axe des x dans le sens des aiguilles d'une montre, de $0°$ à $360°$.

» Si l'observation était exacte, les deux lignes de visée se rencontreraient au point visé. Dans le cas actuel, l'observation n'étant pas exacte, les deux lignes ne se rencontrent pas. Alors, c'est *le point milieu de leur plus courte distance* qui, selon nous, *représente bien la position probable du point visé*. Calculons ses coordonnées.

» Soient

P_1 et P_2 les points où les deux lignes de visée rencontrent la droite de leur plus courte distance, et P leur point milieu;

$x_1, y_1, z_1, x_2, y_2, z_2, x, y, z$ les coordonnées de P_1, P_2, P;

l_1, m_1, n_1 et l_2, m_2, n_2 les cosinus des angles que forment avec les axes les droites T_1P_1 et T_2P_2;

θ l'angle qu'elles forment entre elles.

» Posons, en outre,

$$T_1P_1 = r_1, \qquad T_2P_2 = r_2, \qquad P_1P_2 = \Delta.$$

» On déduit, sans difficulté,

$$(1) \quad \begin{cases} l_1 = \cos h_1 \cos a_1, & m_1 = \cos h_1 \sin a_1, & n_1 = \sin h_1, \\ l_2 = \cos h_2 \cos a_2, & m_2 = \cos h_2 \sin a_2, & n_2 = \sin h_2. \end{cases}$$

$$(2) \quad \sin^2 \frac{\theta}{2} = \sin^2 \frac{h_1 - h_2}{2} + \cos h_1 \cos h_2 \sin^2 \frac{a_2 - a_1}{2}.$$

$$(3) \quad \begin{cases} \dfrac{r_1 + r_2}{2} = \left[\dfrac{b}{4}(l_1 - l_2) + \dfrac{c}{4}(n_1 - n_2)\right] \operatorname{coséc}^2 \dfrac{\theta}{2}, \\ \dfrac{r_1 - r_2}{2} = \left[\dfrac{b}{4}(l_1 + l_2) + \dfrac{c}{4}(n_1 - n_2)\right] \operatorname{séc}^2 \dfrac{\theta}{2}. \end{cases}$$

$$(4)\quad \begin{cases} x_1 = l_1 r_1, & x_2 = l_2 r_2 + b, & x = \frac{x_1 + x_2}{2}, \\ y_1 = m_1 r_1, & y_2 = m_2 r_2, & y = \frac{y_1 + y_2}{2}, \\ z_1 = n_1 r_1, & z_2 = n_2 r_2 + c, & z = \frac{z_1 + z_2}{2}. \end{cases}$$

$$(5)\quad \Delta = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2},$$

formules à l'aide desquelles nous calculons x, y, z et Δ.

» La valeur de Δ fournit *une mesure excellente de la précision de l'observation*. A l'aide de cette mesure nous avons encore cherché à calculer *l'erreur moyenne des coordonnées* en appliquant la méthode des moindres carrés. Voici le résultat le plus important obtenu. Si c est très petit par rapport à b (ce qui est l'ordinaire) et si θ n'est pas très grand, l'erreur moyenne m de z sera

$$(6)\quad m = \pm z \cot\theta \sqrt{\varepsilon_0^2 + \left(\frac{\Delta}{r_1 + r_2}\right)^2};$$

ε_0 est une constante qui représente une erreur angulaire moyenne, dépendant des imperfections purement *instrumentales*.

» Par des procédés convenables nous avons réduit la durée du calcul d'une observation à dix minutes.

» Ayant calculé les coordonnées successives d'un point de nuage observé plus d'une fois, on en déduit facilement *la direction et les vitesses horizontale et verticale de son mouvement*. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle méthode de formation des safranines.* Note de MM. **Ph. Barbier** et **Léo Vignon**, présentée par M. Berthelot.

« Dans une précédente Communication, nous avons exposé un mode particulier de formation des safranines substituées. La Note que nous soumettons aujourd'hui à l'Académie a pour objet de décrire une nouvelle méthode de production de la phénosafranine et de ses homologues.

» On sait que la phénosafranine est obtenue par l'oxydation d'une molécule de paraphénylène-diamine et de deux molécules d'aniline, suivant l'équation

$$C^6H^4(AzH^2)^2 + 2C^6H^5AzH^2HCl + 4O = C^{18}H^{15}Az^4Cl + 4H^2O + HCl,$$

et que, d'autre part, l'amidoazobenzol se scinde, sous l'influence des réducteurs, en paraphénylène-diamine et en aniline

$$C^{12}H^{11}Az^{3} + 2H^{2} = C^{6}H^{4}(AzH^{2})^{2} + C^{6}H^{5}AzH^{2}.$$

» Nous avons pensé qu'en faisant réagir, sur l'amidoazobenzol, de la nitrobenzine en présence d'un réducteur capable de dégager H^2, il pourrait se former de la phénosafranine, la nitrobenzine fournissant en même temps l'oxygène et l'aniline nécessaires à la réaction

$$C^{12}H^{11}Az^{3} + C^{6}H^{5}AzO^{2} + HCl + H^{2} = C^{18}H^{15}Az^{4}Cl + 2H^{2}O.$$

» L'expérience a pleinement confirmé nos prévisions.

» Après avoir fait varier, dans un très grand nombre d'essais, les conditions de la réaction de la nitrobenzine sur le chlorhydrate d'amidoazobenzol, nous avons réussi à obtenir des quantités considérables de phénosafranine, en opérant de la façon suivante :

» Nous avons chauffé au bain d'huile, à une température de 180°, dans un ballon de verre mis en communication avec un réfrigérant et un condenseur, un mélange formé de chlorhydrate d'amidoazobenzol (1^{mol}), de fer et d'acide chlorhydrique, en quantité calculée pour dégager H^2, et de nitrobenzine en excès suffisant pour donner à la masse une fluidité convenable. Le mélange, faiblement coloré en brun au début, prend peu à peu une couleur rouge violacé, devenant avec le temps de plus en plus foncée. Il se dégage, en même temps, de la vapeur d'eau entraînant un peu de nitrobenzine. Au bout de trois heures, la couleur de la masse n'augmentant plus d'intensité, on a cessé de chauffer. Le produit de la réaction a été étendu de cinq fois son poids d'eau et soumis ensuite à l'action d'un courant de vapeur d'eau, pour entraîner l'excès de nitrobenzine.

» La solution aqueuse de la matière colorante a été additionnée d'ammoniaque, filtrée et précipitée avec le sel marin. Le précipité obtenu, séparé par le filtre, présente tous les caractères de la phénosafranine. On a achevé la purification par des précipitations successives au moyen du chlorure de sodium, et des cristallisations dans l'eau bouillante.

» La matière colorante pure est très soluble dans l'eau bouillante, avec une belle couleur rouge; elle cristallise avec la plus grande facilité par le refroidissement. Elle se dissout dans l'alcool en rouge, en fournissant une solution fortement dichroïque. Les alcalis ne la précipitent pas de ses solutions aqueuses.

» Elle est soluble dans l'acide sulfurique concentré, avec une coloration

verte, qui devient bleue, puis rouge, quand on ajoute des quantités d'eau de plus en plus grandes à la solution.

» L'ensemble de ces réactions nous autorise à conclure à la présence de la phénosafranine.

» Nous avons préparé le chloroplatinate de ce corps, et effectué le dosage du platine ;

	Pour 100.
$1^{gr},5868$ matière a fourni 0,317 platine, soit..........	20,03
La formule $(C^{18}H^{15}Az^4Cl)^2PtCl^4$ exige................	20,02

» Le dérivé amidoazoïque de l'orthotoluidine, en réagissant sur la nitrobenzine dans les mêmes conditions, fournit également une safranine. Ce modèle de formation paraît donc être général.

» En résumé, indépendamment des différentes méthodes de préparation des safranines que nous avons fait connaître précédemment ([1]), nous démontrons que la phénosafranine et ses homologues peuvent être obtenus par la réaction des dérivés paraamidoazoïques (amidoazobenzol, et amidoazotoluol) sur les carbures monobenziniques mononitrés, en présence des réducteurs.

» Dans une prochaine Communication, nous aurons l'honneur de présenter à l'Académie une nouvelle méthode de préparation des phénazines et des amidophénazines, en partant des monamines secondaires aromatiques, telles que la diphénylamine et la dicrésylamine. Nous avons montré, dans des recherches antérieures, les liens qui unissent les safranines aux phénazines ([2]).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide sulfurique sur des mélanges de morphine et d'acides bibasiques.* Note de MM. **P. Chastaing** et **E. Barillot**, présentée par M. Fremy.

« Par dissolution de la morphine dans un excès d'acide sulfurique dilué et évaporation de cette liqueur jusqu'à production de fumées blanches, on obtient le *sulfomorphide*, corps présentant une composition variable et donnant par l'action des alcalis concentrés un produit brun.

([1]) *Comptes rendus*, t. CV, p. 670. — *Bulletin de la Société chimique*, t. XLVIII, p. 333.

([2]) *Bulletin de la Société chimique*, t. XLVIII, p. 333.

» L'acide sulfurique concentré donne, par action sur la morphine, à 120°, par lavage à l'eau du produit de la réaction, puis par action pendant quelques instants d'une solution alcaline et neutralisation par un acide quelconque, un corps peu soluble et de formule constante. Il retient cependant toujours un peu de soufre à l'état de sulfuryle, dont on doit tenir compte dans l'établissement de la formule.

» Une action plus énergique des alcalis enlève la totalité du soufre, mais détruit le composé obtenu, dont la formule la plus simple serait (at.) $C^{14}H^{17}AzO^4$.

» Quand on ajoute au mélange de morphine et d'acide sulfurique un acide organique diatomique et bibasique, on constate ce qui suit :

» L'acide oxalique donne le même produit que l'acide sulfurique seul. On le prépare en chauffant, pendant quelques heures, à 115°-120°, un mélange intime de morphine, 1 partie, acide oxalique sec, 2 parties, et acide sulfurique, 1,5 partie; après refroidissement, on traite la masse par un assez grand excès d'eau; la matière blanc jaunâtre est purifiée comme il a été dit ci-dessus.

» La formule de ce corps est (at.) $C^{14}H^{17}AzO^4$, ou plus exactement $C^{28}H^{34}Az^2O^8$, car il y a lieu de considérer la morphine comme diazotée et diacide.

» L'acide malonique donne, dans les mêmes conditions, un corps analogue, de formule $C^{30}H^{38}Az^2O^{10}$.

» L'acide succinique donne un corps de formule $C^{32}H^{42}Az^2O^{12}$. En résumé, les trois composés diffèrent entre eux par CH^2O, la morphine étant supposée monoazotée ou, plus exactement, par $2(CH^2O)$, la morphine étant diazotée et diacide.

» Les résultats de l'analyse sont :

	Produit oxalique		Produit malonique		Produit succinique	
	trouvé.	calculé.	trouvé.	calculé.	trouvé.	calculé.
C.........	64,20	63,87	61,53	61,43	59,17	59,44
H.........	6,15	6,46	6,20	6,48	6,45	6,50
Az.........	5,36	5,32	4,60	4,77	4,15	4,33

» Les propriétés de ces composés sont :

» 1° Récemment préparés et secs, ils sont blancs; il a été impossible de les obtenir cristallisés.

» 2° Exposés même secs à l'air, surtout sous l'influence de la lumière, ils verdissent légèrement.

» 3° Ils sont insolubles dans la plupart des dissolvants neutres, peu solubles dans l'eau froide, assez solubles dans l'eau bouillante, qui dissout environ $\frac{1}{108}$ de son poids du produit oxalique et une plus grande proportion des dérivés malonique et succinique.

» 4° Ils se conduisent en général comme des phénols polyvalents.

» Les alcalis aqueux, ou mieux la potasse alcoolique, les dissolvent facilement. Cette dissolution, au contact de l'oxygène de l'air, rougit la matière dissoute et se modifie rapidement en s'oxydant; lorsqu'on sature ensuite cette solution par un acide étendu, des flocons bleus précipitent. Ils sont proportionnellement solubles dans l'éther, qui se colore en rouge violacé, et dans le chloroforme, qu'ils colorent en bleu. Ces dissolutions par évaporation spontanée abandonnent de magnifiques cristaux bleus.

» D'après l'état actuel de nos recherches, les cristaux bleus obtenus avec les trois dérivés différents sont identiques. Ils paraissent répondre à la formule (at.) $C^{26}H^{22}Az^{2}O^{4}$.

» Nous indiquerons à bref délai leurs propriétés et les composés qui se forment en même temps que ce dérivé bleu de la morphine. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur un nouveau sérum artificiel, destiné à la dilution du sang pour la numération des globules.* Note de M. **Mayet**, présentée par M. Bouchard.

« Les liquides employés jusqu'à présent pour cet objet présentent des inconvénients divers, qui sont : la déformation des globules rouges, leur transformation sphérique et granuleuse, et leur confusion possible avec les globules blancs quand il y a leucocytose, leur destruction partielle, et surtout leur répartition inégale dans la lame liquide où se fait la numération à l'aide des appareils les plus fréquemment employés actuellement.

» Le défaut le plus important résulte de la densité faible de ces liquides et de leur manque de viscosité, d'où accumulation irrégulière des éléments d'un côté ou à la périphérie quand on aplatit la goutte avec la lamelle qui couvre le mélange. Malgré plusieurs numérations dont on prend la moyenne, on commet forcément des erreurs; car ces dénombrements ne peuvent être répartis proportionnellement aux différences de nombre des éléments dans divers points.

» Le liquide suivant n'a pas ces inconvénients :

» Eau distillé, 100^{gr}; phosphate neutre de sodium anhydre et pur, 2^{gr}; sucre de canne pour élever la densité du liquide à 1085.

» Ce sérum artificiel est très conservateur de la forme des éléments, par la présence du sucre, dont M. Ch. Bouchard a constaté les propriétés à ce point de vue.

» En raison de sa densité, unie à sa viscosité légère, et de la présence d'un sel neutre alcalin conservateur lui-même et qui empêche leur adhésion mutuelle, il assure leur répartition égale, pourvu que le mélange avec le sang soit fait avec soin.

» Il ne permet pas, il est vrai, comme les sérums peu denses, d'obtenir la décantation des éléments dans la lame liquide, de façon à les voir tous sur un même plan et à une même distance focale; mais cela n'a aucune importance, en raison des faibles différences de hauteur dans le liquide que présentent les globules rouges, suivant leur densité variable.

» On les distingue tous très suffisamment, en plaçant l'objectif à une distance moyenne des points de vision parfaite de chaque catégorie de ces éléments.

» Pour compter les leucocytes qui surnagent, dans les cas de leucocytose, on éloigne l'objectif assez pour qu'ils n'apparaissent plus que comme des corps brillants très distincts des hématies. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Épilepsie d'origine auriculaire, dans les affections otopiésiques à répétition.* Deuxième Note de M. **Boucheron**, présentée par M. Bouchard.

« Les épilepsies symptomatiques, dont M. Brown-Séquard a fait connaître la plus remarquable, dans ses *Recherches sur l'épilepsie du trijumeau*, présentent un intérêt considérable, en raison de ce qu'elles sont parfois curables, lorsque l'affection causale est elle-même modifiable par la Thérapeutique. Au nombre de ces épilepsies symptomatiques relativement curables, une des plus importantes est l'épilepsie provenant de l'oreille, sur laquelle nous avons déjà eu l'honneur de présenter une Note à l'Académie. (*Comptes rendus*, 1885 : *Épilepsie d'origine auriculaire.*)

» Depuis longtemps déjà, quelques observateurs avaient noté que des convulsions épileptiformes apparaissent, dans le cours de graves maladies d'oreille, comme des suppurations intenses de l'oreille, les polypes, les

caries de rocher, les corps étrangers, les parasites de l'oreille. Chez les animaux aussi, des épilepsies d'oreille existent (parasites du conduit auditif externe); et ces crises épileptiques sont quelquefois suivies de mort, chez les chiens (Mégnin, Nocard).

» Pour nous, *nous avons décrit les épilepsies d'oreille survenant chez des patients atteints de surdité par otopiésis* ou par compression de l'oreille interne, et nous avons constaté que ces crises d'épilepsie disparaissent avec la surdité, lors de la décompression de l'oreille. Depuis, M. Noquet, de Lille, a aussi publié un cas d'épilepsie par otopiésis chez un malade affecté de surdité. L'épilepsie disparut également avec la décompression (*Société française d'otologie*, 1886).

» Dans tous ces faits d'épilepsie, la surdité était assez marquée et assez persistante pour ne point échapper au malade, ni à l'observateur; et la relation établie maintenant, entre la surdité ou l'assourdissement et l'épilepsie, pouvait appeler l'attention sur la cause auriculaire de l'épilepsie.

» Il est encore d'autres faits où l'épilepsie d'origine auriculaire a pour cause un trouble tout à fait passager de l'oreille, sans surdité persistante. L'observation de ces faits est par conséquent bien plus délicate. Mais aussi la Thérapeutique a plus de prise, sur ces affections relativement bénignes.

» Tel est, par exemple, le cas d'un jeune homme de 17 ans, sujet à des crises d'épilepsie, se renouvelant à des intervalles de plus en plus rapprochés, depuis huit mois, sans antécédents, ni hérédité d'épilepsie ou d'affection nerveuse.

» L'étude des particularités de la crise apprend qu'avec le cri, la chute, la perte de la connaissance, les convulsions toniques et cloniques, la morsure de la langue, l'écume aux lèvres, la torpeur et la courbature, tous phénomènes communs, il existe avant la crise :

» 1° *Des bourdonnements* dans l'une ou l'autre oreille ou les deux;

» 2° *Un assourdissement rapide et profond* qui fait qu'un silence absolu semble s'établir dans la rue ou autour de soi;

» 3° Le vertige;

» 4° La perte de la connaissance;

» 5° Puis le reste de la crise épileptique, avec plusieurs accès subintrants généralement;

» 6° La crise se terminait souvent par des *vomissements*;

» 7° En dehors des crises, du côté de l'oreille on observe des *sifflements et des bourdonnements d'oreille*, momentanés, existant surtout le matin et le soir;

» 8° L'acuïté auditive à la voix, à la montre, au diapason est si près de la normale, qu'on ne peut mesurer la défectuosité;

» 9° Aux crises subséquentes, le patient préalablement averti tente des insufflations d'air dans les trompes par la méthode de Valsalva, et par la sonde, et *constate que les*

trompes d'Eustache sont fermées, au moment de la crise et de l'assourdissement. Si l'insufflation d'air est faite avec assez de vigueur pour que l'air pénètre dans la caisse tympanique, l'assourdissement diminue, le vertige s'apaise et la crise épileptique n'a pas lieu. Si l'introduction de l'air dans la caisse est incomplète, la crise est atténuée, il y a chute et convulsion, non perte complète de connaissance. Si l'air ne pénètre pas dans la caisse, la crise s'établit complète, y compris le vomissement.

» On reconnaît dans ces phénomènes auriculaires le mécanisme de l'otopiésis : obstruction des trompes, résorption de l'air, dans la caisse tympanique, pouvant aller jusqu'au vide. Pression de l'atmosphère sans contrepoids sur la membrane tympanique et transmission de la pression (1^{kg}) par les osselets au labyrinthe et au nerf acoustique (*otopiésis*). Comprimé et excité, le nerf acoustique transmet l'excitation qui s'irradie au bulbe rachidien et à l'encéphale, pour produire le syndrome épileptique, soit sous la forme grand mal, soit sous la forme atténuée de petit mal.

» Dans le cas précité, comme dans les cas de ce genre, la cure porte sur deux points : 1° dès le début de la crise (bourdonnement, assourdissement), insufflation de l'air dans les caisses du tympan ; 2° traitement local de l'oreille, puis général et hygiénique tendant à diminuer le retour de ces obstructions intermittentes des trompes d'Eustache, qui sont les premières phases du mécanisme otopiésique et épileptogène.

» Par ces moyens, en effet, nous avons obtenu, avec l'amélioration de la maladie d'oreille, un éloignement de plus en plus grand des crises, et sans bromure, même chez les sujets qui avaient usé longtemps et sans résultat de ce médicament.

» Ainsi, des faits nouveaux et minutieusement observés confirment :

» 1° Qu'il existe une épilepsie provenant de l'oreille et présentant toutes les variétés cliniques d'épilepsie, grand mal et petit mal, et même la forme hystéro-épileptique.

» 2° Le point de départ de cette épilepsie d'oreille, c'est l'excitation du nerf acoustique produisant, à distance, une influence perturbatrice sur le bulbe rachidien et l'encéphale, de la même manière que, dans l'épilepsie de Brown-Séquard, l'excitation du trijumeau produit le syndrome épileptique.

» 3° Toutes les espèces d'excitation du nerf acoustique peuvent, sans doute avec une disposition préalable personnelle, produire l'épilepsie d'oreille. Aussi rencontre-t-on cette épilepsie dans toutes les affections de l'oreille, ainsi que chez les sourds-muets.

» 4° Mais l'une des affections épileptogènes les plus intéressantes à connaître, c'est l'otopiésis par obstruction des trompes d'Eustache, même lorsqu'elle est intermittente; parce que c'est la forme, pour ainsi dire la

plus atténuée, des maladies épileptogènes de l'oreille, et celle sur laquelle la Thérapeutique a le plus de prise.

» 5° Quand les filets auriculaires des nerfs trijumeau, pneumo-gastrique, glosso-pharyngien sont excités, en même temps que le nerf acoustique, par une affection compliquée de l'oreille, il peut devenir difficile de modifier à la fois toutes ces excitations épileptogènes, pour obtenir l'arrêt de l'épilepsie d'oreille.

» 7° Les épileptiques, lors des premières crises, ont intérêt à être examinés du côté de l'oreille, puisque cet organe a tant d'influence sur la pathogénie des affections convulsives, nerveuses, mentales même, — symptomatiques, — mais simulant absolument l'épilepsie, la méningite et les maladies mentales proprement dites.

7° L'examen et la cure de l'oreille sont à mettre en œuvre, surtout au début des affections nerveuses symptomatiques, le système nerveux pouvant peut-être, en certains cas, prendre des habitudes morbides qui survivent à la cause initiatrice, — si l'on se reporte aux observations de M. Brown-Séquard, sur l'hérédité de l'épilepsie expérimentale chez les animaux. »

THÉRAPEUTIQUE. — *De l'antipyrine contre le mal de mer.* Note de M. **Eugène Dupuy**, présentée par M. Brown-Séquard.

« J'ai eu l'occasion de faire usage d'antipyrine pour combattre les souffrances du mal de mer et avec un succès constant depuis quelque temps. Les personnes qui ont pris ce médicamment étaient, presque toutes, malades par suite des désordres qu'entraîne la dilatation de l'estomac; quelques autres cependant n'avaient aucune maladie de cet organe. Il est bon de faire remarquer que le mal de mer atteint, avec une violence extrême, les dyspeptiques et ceux qui souffrent de la dilatation de l'estomac.

» Comme, en dernière analyse, c'est la moelle allongée qui semble atteinte dans le mal de mer (nausées, vomissements, vertiges, mal de tête, sueurs froides, altération du rythme respiratoire et des battements du cœur, etc.), j'ai eu l'idée de faire prendre à des malades et à d'autres voyageurs, qui auparavant souffraient terriblement du mal de mer, de l'antipyrine à la dose de 3^{gr} par jour, pendant trois jours avant l'embarquement et les trois premiers jours de la traversée; quelques personnes ont cru plus prudent de continuer l'usage du médicament pendant toute la traversée. J'ai eu la bonne fortune d'apprendre qu'aucune de ces per-

sonnes n'a été atteinte du mal de mer, en traversant l'Atlantique cette fois. Sans prétendre avoir trouvé un spécifique ni même avoir découvert la nature du mal de mer, je pense que le succès qui a suivi l'usage de l'antipyrine justifie l'espérance que l'on possède maintenant une substance susceptible au moins de priver de l'une de ses terreurs les voyages sur mer. »

ZOOLOGIE APPLIQUÉE. — *La faune des tombeaux.* Note de M. **P. Mégnin**, présentée par M. Brown-Séquard.

« On croit généralement que les cadavres inhumés sont dévorés par des vers, comme les cadavres à l'air libre, et cette idée vient de ce que le vulgaire regarde encore le développement de ces vers comme spontané. Nous savons cependant que ces prétendus vers sont des larves d'insectes qui proviennent d'œufs déposés sur les cadavres.

» Ces insectes sont : des Diptères, des Coléoptères, et même des Lépidoptères et des Arachnides du groupe des Acariens, et nous avons montré que le dépôt de leurs œufs, par ces insectes, ne se fait pas au même moment pour tous ; qu'ils choisissent chacun un certain degré de décomposition, et que ce moment varie depuis quelques minutes jusqu'à deux et même trois ans après la mort, mais qu'il est tellement constant pour chaque espèce et la succession de leur apparition est tellement régulière, que l'on peut, par l'examen des débris qu'ils laissent, comme par l'étude des stratifications géologiques, apprécier l'âge du cadavre, c'est-à-dire remonter assez exactement à l'époque de la mort, ce qui a souvent une importance capitale en Médecine légale.

» Connaissant le développement des vers des cadavres, nous étions convaincu, et tous les naturalistes avec nous, que l'expression poétique : les *vers du tombeau* était l'expression d'un préjugé, et que tout cadavre enfermé dans un cercueil et enterré à 2^m de profondeur, mesure réglementaire, se décomposait et se réduisait en poudre, selon l'expression biblique, sous l'influence des seuls agents physiques et chimiques. Nous nous trompions ; car, ainsi que nous l'avons reconnu, les cadavres inhumés sont dévorés par des vers, tout comme ceux qui sont abandonnés à l'air libre.

» Nous devons d'avoir pu faire la constatation de ce fait à M. le professeur Brouardel qui, comme président de la *Commission d'assainissement des cimetières*, faisait faire des exhumations, l'hiver dernier, au cimetière d'Ivry, pour se rendre compte de l'état de décomposition des cadavres

inhumés dans certaines conditions, et nous avait procuré l'occasion d'assister à ces exhumations.

» Les cadavres en question avaient été enterrés à des époques connues, variant de deux à trois ans, et sur chacun d'eux nous avons pu faire une ample récolte de larves, de coques de nymphes et même d'individus adultes de diverses espèces d'insectes. Après leur détermination, nous avons reconnu que, si le nombre des larves qui dévorent les cadavres inhumés est très nombreux en individus, par contre le nombre des espèces est beaucoup plus limité que sur les cadavres à l'air libre; plusieurs sont les mêmes dans les deux cas, mais il y en a de spéciales aux tombeaux, dont les mœurs, jusqu'ici inconnues, sont extrêmement intéressantes pour les zoologistes.

» Les espèces d'insectes que nous avons recueillies dans les bières exhumées, soit à l'état parfait, soit à l'état de larves, soit à l'état de chrysalides pleines ou vides, sont les suivantes :

» Quatre espèces de Diptères : la *Calliphora vomitoria*, la *Curtonevra stabulans*, la *Phora aterrima* et une *Anthomyia* indéterminée; une espèce de Coléoptère, le *Rhizophagus parallelocollis;* deux Thysanoures : l'*Achorutes armatus* et le *Templetonia nitida*, et une jeune *Jule* indéterminée.

» Les larves du Coléoptère et celles des Diptères ont un rôle très actif dans la décomposition des cadavres inhumés; mais, comme sur les cadavres à l'air libre, elles n'apparaissent que successivement : sur des cadavres inhumés depuis deux ans, le rôle des larves de Calliphores et de Curtonèvres était terminé depuis longtemps, car leur activité s'était exercée dès la mise en bière; les Anthomyies leur avaient succédé, mais les larves de Phoras venaient seulement d'accomplir leur travail, car leur métamorphose nymphéale était toute récente et leur éclosion s'est faite dans les tubes où nous en avions enfermé un certain nombre, ce qui nous a permis de récolter une grande quantité de ces mouches à l'état parfait. Signalons en passant que c'est par myriades que les nymphes de Phoras existaient sur les cadavres de deux ans : ils en étaient couverts, comme des jambonneaux de chapelure.

» Quant aux larves de Rhizophages, elles étaient encore en pleine activité et nous en avons récolté un grand nombre de très vivantes, ainsi que quelques individus à l'état parfait.

» Comment ces divers insectes arrivent-ils sur des cadavres inhumés à 2^m de profondeur et enfermés dans des cercueils à planches assez bien jointes?

» Nous devons dire de suite, relativement à ces cercueils, que l'humi-

dité et la poussée des terres provoquent très vite un voilement des planches et que de larges voies de pénétration se produisent promptement, ainsi que nous l'avons constaté.

» Un fait curieux nous a fait découvrir de quelle manière les larves de Calliphores, et surtout de Curtonèvres qui sont bien plus abondantes que les précédentes, arrivent sur les cadavres : les cadavres inhumés pendant l'été, seuls, en présentaient les restes, tandis que ceux inhumés pendant l'hiver en étaient totalement dépourvus, bien qu'ils présentassent en abondance des chrysalides d'Anthomyies et surtout de Phoras, et de nombreuses larves très actives de Rhizophages. Ce fait prouve que les œufs de ces Diptères ont été déposés dans les ouvertures naturelles des morts, bouche ou narines, avant l'ensevelissement et que les larves se sont développées ensuite dans la bière; on sait, en effet, combien ces mouches sont communes dans les chambres de malades et dans les salles des hôpitaux pendant la saison chaude; elles ont complètement disparu pendant l'hiver.

» Quant aux Phoras et aux Rhizophages trouvés en pleine vie sur des cadavres inhumés depuis deux ans, il faut forcément admettre que leurs larves proviennent d'œufs pondus à la surface du sol par ces insectes, attirés par des émanations particulières perceptibles à leurs sens; qu'elles ont traversé toute la couche de terre qui les séparait du cadavre, dirigées par leur odorat, et qu'elles sont ainsi arrivées à sa surface comme d'autres larves de mouches arrivent, ainsi qu'on le sait, sur les truffes en décomposition cachées aussi dans la terre.

» Un fait de mœurs très curieux nous a aussi été révélé par nos recherches : c'est que les Phoras s'adressent de préférence aux cadavres maigres, tandis que les *Rhizophagus parallelocollis* ne se trouvent que sur les cadavres gras; la larve de ce dernier insecte paraît en effet ne vivre que de gras de cadavre, et nous ne l'avons trouvée que sur les amas de graisse rancie qui avaient coulé au fond de la bière en s'y moulant, et provenant de cadavres très gras.

» Cette dernière larve était jusqu'à présent tout à fait inconnue des entomologistes, aussi bien que celle de la Phora, du reste, et l'on ignorait comment et où se passait la première phase de la vie de ces insectes. Le *Rhizophagus parallelocollis* est un petit Coléoptère très rare dans les collections, et on l'avait rencontré exclusivement dans l'herbe des cimetières; on voit maintenant pourquoi : c'est qu'il était là pour y pondre, ou bien il venait d'accomplir son voyage souterrain à la suite de sa métamorphose et revenait à l'air libre pour s'accoupler.

» Outre ces faits extrêmement intéressants au point de vue de la bio-

logie de certains insectes, cette étude vient augmenter nos matériaux pour l'application de l'Entomologie à la Médecine légale, en nous fournissant de nouvelles données certaines sur l'époque du développement de nouvelles espèces d'insectes sur les cadavres inhumés. »

ZOOLOGIE. — *Sur la faune pélagique de quelques lacs d'Auvergne.* Note de M. J. RICHARD, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Pendant l'été de 1887, j'ai exploré les cinq lacs suivants de la région du Mont-Dore : Pavin, Chambon, Guéry, Montcineyre et Bourdouze. Des pêches ont été faites jusqu'à 11^m de profondeur, mais le plus souvent entre 2^m et 3^m.

» Les cinq lacs explorés ont donné une faune pélagique représentée par un total d'environ vingt espèces, réparties, comme ailleurs, entre les *Cladocères*, les *Copépodes*, les *Rotateurs* et les *Cilioflagellés*.

» La distribution des espèces dans ces lacs si voisins les uns des autres est irrégulière, ce qui s'explique fort bien par les hasards auxquels est soumise la dispersion des animaux pélagiques. C'est ainsi qu'une espèce, *Hyalodaphnia cucullata* Sars, var. *apicata* Kurz, ne s'est présentée que dans le lac Chambon ; de même, *Polyphemus pediculus* de Geer n'a été rencontrée qu'au lac Pavin.

» Une espèce très remarquable et considérée comme caractérisant la faune pélagique des lacs de montagne, *Holopedium gibberum* Zaddach, s'est montrée en nombre immense dans le lac de Guéry, le plus élevé des lacs du plateau central, à 1240^m d'altitude. Je l'ai trouvée aussi, en plus petit nombre, au lac Montcineyre. C'est le point le plus méridional qu'atteigne cette espèce, signalée tout récemment, pour la première fois en France, au lac de Gérardmer par MM. Dollfus et Moniez (¹).

» Dans le lac Montcineyre et dans le lac Bourdouze, très voisin du premier, j'ai trouvé plusieurs espèces communes à ces deux lacs; je ne les ai trouvées que là et en petit nombre, car ce sont des espèces littorales égarées loin du bord : *Sida crystallina* O. F. Müller; *Alona affinis* Leydig; *Acroperus leucocephalus* Koch; *Chydorus sphœricus* Jurine.

» A côté de ces exemples de dispersion très restreinte, on observe, au contraire, des cas nombreux de dispersion très étendue. C'est ainsi que

(¹) *Le lac de Gérardmer* (*Feuille des jeunes naturalistes*, p. 160-165; 1887).

Daphnia longispina Leydig ne manque qu'au lac Chambon; partout ailleurs on la recueille par milliers à chaque coup de filet. *Diaptomus Castor* Jurine manque au lac Chambon et au lac Guéry ; il est excessivement abondant dans les trois autres lacs visités.

» Au lac Pavin, jusqu'à 7^m ou 8^m de la rive, les *D. Castor* étaient d'un rouge vermillon éclatant, tandis qu'au milieu, jusqu'à 11^m de profondeur, ils étaient absolument incolores.

» Une autre espèce, également très commune dans les petites mares, *Cyclops strenuus* Fischer, se trouve en troupes innombrables et ne manque qu'au lac Montcineyre. Ce *Cyclops* est tout à fait incolore, tandis que les individus vivant dans les petites étendues d'eau sont généralement colorés en rouge. La variété pélagique des lacs a une forme plus élancée et se rapproche par certains caractères de *C. lucidulus* Koch.

» *Bosmina longirostris* O.-F. Müller ne manque qu'au lac Pavin ; elle est très fréquente au lac Guéry, en compagnie de *Hol. gibberum*.

» Comme on le voit, les quatre espèces précédentes se trouvent dans la plupart des lacs. Ce sont en effet des espèces fort communes, qui sont toujours en troupes très nombreuses et qui, par suite, ont plus de chances que les autres espèces d'être dispersées dans un grand nombre de localités.

» J'ai rencontré en abondance, dans les lacs de Bourdouze et de Montcineyre seulement, *Ceriodaphnia pulchella* Sars, qui est ici nettement pélagique, comme dans les lacs de l'Allemagne du Nord et dans le lac de Gérardmer.

» Enfin un dernier Cladocère pélagique, *Daphnella brandtiana* Fischer, s'est montré en troupes immenses dans les lacs Chambon et Bourdouze.

» On peut faire, pour les *Rotateurs* et les *Cilioflagellés*, les mêmes remarques au point de vue de la régularité de la dispersion. J'ai trouvé *Anuræa longispina* Kellicott, abondante au lac Pavin, rare au lac Chambon; *A. cochlearis* Gosse, libre, mais très rare, au lac Montcineyre, et dans l'estomac de *Asplanchna helvetica* Imhof, au lac Bourdouze; *A. helvetica* a été rencontrée aussi au lac Guéry. L'estomac des nombreuses *Asplanchna Girodi* de Guerne contenait beaucoup d'*Anuræa curvicornis* Ehrg. dans le lac Chambon. Des colonies de *Conochilus volvox* ont été trouvées en grande abondance au lac Pavin et au lac Montcineyre.

» Comme représentant les *Cilioflagellés*, je n'ai recueilli qu'au lac Montcineyre et au lac Bourdouze d'assez rares *Ceratium longicorne* Perly.

» Enfin quelques *Hydrachnides* ont été prises au filet fin avec les ani-

maux précédents, ce sont : *Atax crassipes* O.-F. Müller, *Axona versicolor* O.-F. Müller (lac Montcineyre); *Nesœa rotunda* Kramer (lac Bourdouze), et *N. reticulata* (lac Chambon). »

ZOOLOGIE. — *Sur la spermatogénèse.* Note de M. **Alexis de Korotneff**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« A peine pourrait-on trouver un objet plus favorable à l'étude de la spermatogénèse que les Bryozoaires d'eau douce, et surtout le plus commun d'entre eux, l'*Alcyonella fongosa*.

» D'après le schéma proposé par le professeur La Valette Saint-George, on trouve quatre générations cellulaires dans le développement des zoospermes : 1° les *spermatogonies*, ou cellules du funicule; 2° les *spermatocytes*, ou cellules multinucléaires; 3° les *spermatides*, ou cellules transformatrices; enfin, 4° les *zoospermes*.

» Les jeunes cellules endodermiques du funicule d'un bourgeon dans la partie attenante au polypide (les prétendues spermatogonies) ont des noyaux en forme de sphères transparentes. Ces dernières contiennent un nucléole renfermant, à son tour, des alvéoles et donnant des pseudopodes. Le noyau des spermatogonies se multiplie sans que j'aie pu observer le moindre indice de caryokinèse. Il en résulte des spermatocytes ou cellules multinucléaires, dont les noyaux se disposent immédiatement sous la membrane cellulaire. Puis les spermatocytes bourgeonnent des spermatides et paraissent, à la fin de cet acte, comme de grandes vésicules remplies d'une substance transparente dont la surface est couverte d'une couche épaisse formée par les spermatides attenantes. Pendant que la transformation des spermatides en spermatozoïdes s'effectue, le spermatocyte se conserve intact, et ce sont seulement les zoospermes déjà formés qui se séparent de la masse commune.

» Pour ne pas confondre, nous désignerons les deux faces des noyaux des spermatides sous les noms de faces *centrale*, celle tournée vers le centre du spermatocyte, et *périphérique* celle qui lui est opposée. En premier lieu, la surface extérieure de la face périphérique de chaque noyau se couvre d'une couche homogène, fortement chagrinée, qui rappelle par sa forme le calice d'un bilboquet. Au point où s'attacherait le corps de ce dernier, la couche homogène envoie un pseudopode qui sort du spermatide en formant le filament central de la queue. La tête du spermatozoïde et son col

se forment aux dépens du noyau de la manière suivante : la surface intérieure du noyau qui complète le calice extérieur se couvre d'une couche homogène et transparente, mais lisse, qui devient de plus en plus épaisse. Ainsi, le noyau de chaque spermatide porte un calice extérieur donnant le filament de la queue et une calotte intérieure. Puis la masse du calice se détache du noyau en se rétractant en même temps et diminuant d'autant la surface couverte du noyau. Le calice se gonfle, s'allonge et se dirige vers la membrane cellulaire, puis se courbe et prend la forme d'une bande frangée : c'est le col du zoosperme. Le filament de la queue forme aussi l'axe du col.

» Les changements de la calotte intérieure sont très marqués. Celle-ci se sépare des parois du noyau, prend peu à peu une forme conique et atteint la paroi par sa pointe devenue très aiguë. En même temps, le nucléole, représenté par une toute petite sphérule bien arrondie et très réfringente, se dirige vers la calotte, atteint son ouverture et se loge finalement dans son intérieur; ce petit cône protège, pour ainsi dire, la partie la plus essentielle de la cellule, le nucléole, qui porte probablement les qualités héréditaires. Après cette union, la tête du zoosperme acquiert sa forme ordinaire de corps allongé et cordiforme.

» Au moment de la formation du col, le zoosperme comprend une cellule unie par un mince filament à la vraie queue, qui n'est elle-même autre chose que la partie terminale de ce filament recouverte d'une enveloppe plasmatique. La formation de la tête et surtout le développement du col amènent un allongement de la cellule elle-même et une abréviation de la partie nue du filament. Enfin, le col se relie directement à l'enveloppe de la queue et au point d'union le filament porte un élargissement bien marqué. La couche plasmatique devient alors de plus en plus mince et la membrane cellulaire presque invisible.

» Ces observations me permettent d'élucider quelque peu la structure du curieux zoosperme de l'*Ascaris megalocephala*, si nettement décrit par le savant professeur Van Beneden. A peine peut-on douter que sa coupe caudale soit autre chose que la calotte du zoosperme des Bryozoaires, de même que son noyau n'est autre chose que le nucléole cellulaire de ce dernier, et l'hémisphère contenant la coupe chez l'*Ascaris megalocephala* est alors l'hémisphère céphalique, et non caudal comme le croit Van Beneden. La seconde moitié du zoosperme de l'*Ascaris megalocephala* contient une quantité de filaments plongés dans une masse protoplasmique. Il n'y a rien d'impossible à identifier ces formations avec les queues des autres zoo-

spermes, et, à ce point de vue, on peut regarder cette partie comme composée d'un faisceau de queues comparable à celui des zoospermes de quelques Arthropodes, l'Écrevisse par exemple, dont les parties molles (enveloppes) se sont soudées et forment une masse commune. »

ZOOLOGIE. — *Sur la conjugaison du* Paramecium bursaria. Note de M. E. MAUPAS, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Lorsque, au mois de septembre 1886, j'eus l'honneur d'adresser à l'Académie une Communication (¹) pour lui annoncer que je venais de découvrir la copulation des pronucléus mâle et femelle chez les Infusoires ciliés, je croyais bien être le premier et le seul qui eût encore observé cet acte capital de la conjugaison; mais je me trompais avec la meilleure bonne foi du monde. Ce fait avait déjà été observé et fort bien figuré dès l'année 1858 par M. Balbiani, dans son travail sur la conjugaison du *Paramecium bursaria*. Ce travail fut présenté à l'Académie des Sciences le 29 mars 1858 et inséré aux *Comptes rendus* (²). Jusqu'à ces jours derniers, je ne le connaissais que par cette première édition sans figures, et dans laquelle le fait en question est trop succinctement décrit pour qu'il soit possible de le comprendre. Mais M. Balbiani le réimprima immédiatement dans le Journal de Brown-Séquard (³), et cette fois accompagné d'une Planche d'excellentes figures représentant quelques-unes des phases de la conjugaison du *P. bursaria*. Cette Planche m'étant tombée sous les yeux, pour la première fois, il y a quelques jours, quelle ne fut pas ma surprise d'y trouver à la *fig.* 6 une image aussi exacte et aussi parfaite que possible du phénomène de la copulation des pronucléus? Chez le conjoint de gauche, sur le dessin, les deux pronucléus viennent de se rencontrer; chez celui de droite, ils sont déjà fusionnés dans leur moitié postérieure.

» Malheureusement, M. Balbiani interpréta inexactement le fait si bien observé par lui et le considéra comme représentant une division longitudinale de l'élément micronucléaire (nucléole). Combien aujourd'hui ne devons-nous pas regretter cette erreur d'interprétation! A l'époque où M. Balbiani publiait son dessin, un seul observateur, M. Warneck,

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CIII, p. 482; 1886.
(²) *Ibid.*, t. XLVI, p. 628; 1858.
(³) *Journal de la Physiologie*, t. I, p. 347, Pl. IV; 1858.

en 1850, avait observé sur des œufs de Lymnée cet acte suprême de la fécondation sexuelle, la copulation des pronucléus. Les observations du savant russe, d'ailleurs, passèrent absolument inaperçues jusqu'en 1875, où Hermann Fol les remit en évidence. Pour entendre parler de nouveau de ce phénomène, il faut arriver jusqu'en 1874 avec Bütschli, qui, le premier après Warneck, et sans connaître son travail, revit chez un Nématode la formation des pronucléus et observa leur conjonction et leur union. Chez les Infusoires, ce n'est qu'en 1886 que le même phénomène est reconstaté de nouveau. Cette belle observation, mieux interprétée, eût épargné à la Science bien du temps perdu. Quoi qu'il en soit, c'est à M. Balbiani que revient l'honneur d'avoir été le second à observer la copulation des pronucléus dans le règne animal en général, et le premier chez les Infusoires en particulier. J'ai tenu à rappeler immédiatement l'attention sur cette vieille observation, qui, provenant d'un aussi habile micrographe, confirme et garantit l'exactitude des miennes.

» Au mois de juillet dernier, j'annonçais (¹) que j'avais déjà constaté cette copulation chez les *Paramecium caudatum*, *P. aurelia*, *Stylonichia pustulata*, *Onychodromus grandis*, *Spirostomum teres* et *Leucophrys patula*. Aujourd'hui je puis ajouter à cette liste l'*Euplotes charon* et le *Loxophyllum fasciola*, ce qui, avec le *Paramecium bursaria*, observé par M. Balbiani, porte à neuf le nombre des Ciliés chez lesquels ce phénomène a été actuellement constaté.

» En combinant les observations de M. Balbiani, celles de Bütschli (²) et quelques-unes m'appartenant, j'ai essayé de reconstituer le schéma de l'évolution sexuelle du micronucléus chez le *P. bursaria*. Je suis rigoureusement certain des sept premiers stades, jusque vers la fin du stade G. Ils suivent une évolution absolument identique à celle du schéma de la *Leucophrys patula*, publié par moi au mois de juillet dernier (³). Le micronucléus toujours unique traverse d'abord le stade d'accroissement A (*fig.* 1 et 2 de Bütschli), caractérisé par de belles formes en croissant; viennent ensuite les deux stades de division B et C (*fig.* 8, 11 et 1 de Balbiani), destinés à l'élimination des globules polaires ou corpuscules de rebut. Au stade D, différenciation des pronucléus, puis, leur échange et leur copu-

(¹) *Comptes rendus*, t. CV, p. 175; 1887.

(²) *Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle*, etc., p. 77, Pl. VII; 1876.

(³) *Loco citato.*

lation pendant le stade E, reconstituant ainsi un nucléus d'origine mixte (*fig.* 6 de Balbiani). Enfin deux divisions successives de ce dernier pendant les stades F et G (*fig.* 15 de Balbiani, 9 et 10 de Bütschli). Ici les documents à ma disposition ne sont plus suffisants pour continuer le schéma avec une certitude complète pendant le stade de reconstitution H. Les observations de Balbiani et de Bütschli ne sont pas complètement d'accord, et les miennes insuffisantes pour débrouiller ces discordances. Ainsi Balbiani et Bütschli admettent la conservation intégrale ou au moins partielle de l'ancien nucléus et sa fusion avec quelques-uns des nouveaux éléments nucléaires issus du nucléus mixte de copulation. Moi-même j'ai accepté autrefois cette persistance de l'ancien nucléus; mais aujourd'hui il m'est venu des doutes assez sérieux et je ne trouve plus les observations des autres et les miennes suffisamment démonstratives.

» Quoi qu'il en soit, nous connaissons la conjugaison du *Paramecium bursaria* d'une façon assez complète pour qu'il soit permis d'affirmer qu'elle ne diffère en rien d'essentiel de celle des autres Ciliés et qu'elle confirme pleinement la théorie de leur sexualité, telle que je l'ai formulée dans mes Communications antérieures [1]. »

EMBRYOGÉNIE. — *Sur le développement typique du système nerveux central des Tuniciers.* Note de M. **F. Lahille**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les travaux de Krohn, Kowalesky, Ussow, et principalement les observations plus récentes de Ed. van Beneden et Julin, avaient élucidé certains points du développement du système nerveux des Tuniciers; mais ces recherches, n'ayant été poursuivies que sur quelques espèces seulement, n'avaient permis encore aucune généralisation. C'est afin d'arriver à ce but que j'ai examiné le plus grand nombre possible de larves et de bourgeons appartenant aux familles les plus diverses. J'ai observé les faits sans aucune opinion préconçue et, en indiquant aujourd'hui les résultats auxquels je suis arrivé, je laisserai à d'autres le soin d'en tirer des conclusions théoriques.

» Au début, on rencontre toujours un tube formé par le rapprochement des bords d'une lame épiblastique. Ce tube présente à son extrémité

---

(1) *Comptes rendus*, t. CV, p. 356; 1887.

antérieure une légère dilatation formant la vésicule cérébrale, et s'étend jusqu'à l'extrémité postérieure de la queue. Sa lumière diminue d'avant en arrière, quelquefois insensiblement (*Styela glomerata, Clavelina lepadiformis*), quelquefois rapidement, et le tube prend alors l'aspect d'un cordon plein (*Leptoclinum asperum*). Je n'ai jamais pu voir la vésicule postérieure signalée par quelques auteurs.

» Le tube nerveux est médian dans toute la longueur de l'animal lorsque le plan de symétrie de la queue se confond avec le plan de symétrie du tronc (*Styela glomerata*). Mais lorsque les deux plans forment un angle de 90° (*Distaplia*) ou que, *en outre*, l'axe longitudinal de la queue est perpendiculaire à l'axe longitudinal du corps (Appendiculaires), le tube nerveux prend une direction oblique et vient longer le côté gauche de la queue.

» Peu de temps après la formation du tube, se produit une invagination de l'endoderme, se dirigeant vers la vésicule cérébrale, et qui constituera le pavillon vibratile, son canal et très probablement aussi la glande neurale. Cet organe reste indépendant un temps plus ou moins long ; quelquefois même, il ne paraît contracter aucune adhérence avec le système nerveux central (*Salpa mucronata*). Mais, dans la majorité des cas, cette invagination vient s'ouvrir dans la vésicule cérébrale et fait communiquer, par suite, la cavité du tube nerveux et des vésicules sensorielles avec la cavité branchiale (*Phallusia, Distaplia*).

» La portion antéro-supérieure de la vésicule centrale se prolonge en avant, au-dessus du pavillon vibratile, et se bifurque, formant ainsi deux petites vésicules secondaires latérales que Fol a observées le premier chez les Appendiculaires et qu'il a désignées sous le nom de *prolongement antérieur du ganglion*. Je l'ai retrouvé chez la plupart des Ascidiens (Oozoïdes), mais il n'y est représenté que par un amas de cellules nerveuses situé en avant et quelquefois un peu au-dessous du ganglion cérébroïde de l'adulte.

» Le côté ventral du tube nerveux prolifère en arrière de la vésicule cérébrale. Les cellules ganglionnaires produites sont bi- ou multipolaires et possèdent des noyaux arrondis volumineux, à nucléole très net, qui ont été pris souvent pour les cellules elles-mêmes.

» Il se forme ainsi de nombreux amas.

» Le premier, dans le tronc, est situé immédiatement en arrière de la vésicule cérébrale ; le second en est quelquefois éloigné (*Distaplia*), quelquefois très rapproché (*Clavelina*). Ils peuvent dans ce dernier cas paraître confondus et forment le « Rumpfganglion » de Kowalesky.

» Dans la queue on rencontre une dizaine d'amas (*Distaplia, Appendiculaires*); et chez ces derniers le premier amas caudal est d'un volume considérable, les autres sont réduits à deux ou trois cellules, et l'on se demande si vraiment on peut alors les considérer comme de véritables ganglions, preuve d'une segmentation réelle. C'est fort discutable, d'autant plus que les nerfs branchiaux des Salpes et que la partie du tube nerveux des autres Tuniciers comprise entre les deux amas du tronc (lorsque ceux-ci sont distincts) présentent aussi, de distance en distance, de petits amas qui, cette fois, ne peuvent manifestement correspondre à aucune segmentation.

» La paroi supérieure de la vésicule cérébrale produit également de nombreuses cellules ganglionnaires, qui formeront en partie le ganglion cérébroïde proprement dit de l'adulte. Si, après l'apparition des organes des sens, le système nerveux des Ascidiens n'évoluait plus, on aurait, comme chez les Appendiculaires, tous les ganglions traversés par le tube. Mais celui-ci tend à s'isoler des divers amas, en régularisant d'avant en arrière l'épaisseur de ses parois.

» Il en résulte que le ganglion cérébroïde n'est rattaché, en définitive, au tube nerveux que par sa partie postérieure, et alors on le croirait produit quelquefois par un bourgeon plein qui naîtrait dorsalement et en arrière des vésicules sensorielles.

» Les vésicules sensorielles au début sont paires et naissent sur les côtés de la vésicule cérébrale.

» D'ordinaire, une d'elles, gênée dans son développement, est rejetée de l'autre côté et devient rudimentaire, parfois nulle. Je crois volontiers que l'invagination endodermique qui forme le pavillon vibratile est cause de cette atrophie unilatérale. Lors que l'invagination serait bien médiane (quelques larves anomales des *Polycyclus Renieri, Ascidia mentula*) ou qu'elle ne se rattacherait pas à la vésicule cérébrale (*Salpa*), les deux vésicules sensorielles se développeraient également. Si l'invagination se produit un peu à droite (*Appendiculaires*) ou à gauche (*Ascidiens*), l'unique vésicule qui se développe est située du côté opposé.

» Chez les Ascidiens, l'otolithe occupe toujours le plancher de la vésicule. L'œil est situé en dessus, en arrière, et son axe est dirigé en avant et un peu en dehors. L'œil est constitué par une véritable cupule de cellules ganglionnaires dont la face antérieure est recouverte de pigment devant lequel se trouvent trois lentilles biconvexes. Les parois des vésicules sensorielles sont très minces en avant et sur les côtés.

» En résumé, le système nerveux central typique des Tuniciers se compose d'un tube médian d'origine épiblastique, à symétrie bilatérale et à nombreux amas ganglionnaires.

» Si l'on considère les principaux comme formant autant de ganglions, on peut distinguer les suivants : g. antérieur (tact), g. sensoriels (ouïe et vue), g. cérébroïde, g. postérieur (branchie), g. viscéral (viscères), g. caudal (queue).

» Le cerveau de l'adulte provient de la réunion des premiers ganglions. Quant à la segmentation du système nerveux des Tuniciers, c'est là, je le répète, une affaire d'appréciation. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'altitude qu'atteignent les formations quaternaires en Ligurie.* Note de M. **A. Issel**, présentée par M. Daubrée.

« On connaît plusieurs dépôts abandonnés par la mer quaternaire sur les côtes de la Ligurie. Ce sont les bancs gréseux de la péninsule de Saint-Hospice et de Monaco, avec coquilles marines d'espèces vivantes : ce sont les couches de sables et de galets que l'on trouve au-dessus du niveau des plus hautes marées à Varazze, Cogoleto, Arenzano e Voltri. On a observé aussi au bord de la mer, où le littoral est escarpé et formé de roches calcaires, des anciennes lignes de niveau, qui remontent probablement à la même époque, marquées par les perforations des lithodomes (*Lithodomus lithophagus*), par exemple à Nice, aux Baussi Roussi près de Menton, à Port-Maurice, à Bergeggi, à Gênes, à Nervi, à Camogli, etc. Les dépôts et les zones de perforations que l'on peut attribuer avec certitude à la période quaternaire atteignent une altitude maximum d'une vingtaine de mètres [1].

» Il est vrai que l'on rencontre souvent, dans les calcaires, des trous de lithophages bien plus élevés sur le niveau de la mer et même à plusieurs centaines de mètres d'altitude; mais, d'après leur mode de distribution et l'érosion profonde subie par la roche dans laquelle ils sont creusés, on est fondé à croire qu'ils remontent à une époque beaucoup plus reculée.

» Un dépôt quaternaire, qui avait échappé jusqu'ici à l'attention des géologues, est bien le plus remarquable de ceux que je viens de citer, car

(1) On peut consulter à ce sujet mon Mémoire *Le oscillazioni lente del suolo*, etc. (Genova, 1883) et ma Note *Le antiche linee litorali della Liguria* (*Mem. della Soc. geol. ital.*, fasc. II, 1883).

il atteint l'altitude de 140^m environ et prouve que tout récemment la Ligurie a subi de forts mouvements. Ce dépôt, que j'ai observé, pour la première fois, le 4 mars de cette année, en visitant le pays ravagé par le tremblement de terre du 23 février, se trouve au nord-est du cap Mele (¹), entre Diano-Marina et Alassio. Il s'agit d'un amas de sable siliceux très fin, plus ou moins aggloméré par un ciment calcaire, presque toujours rubigineux, et contenant des fragments de roche, quelques cailloux et de nombreux débris de coquilles marines et terrestres, parmi lesquels on trouve de rares spécimens entiers.

» Sur certains points, là où l'amas est plus puissant et mieux conservé, il se présente en couches bien distinctes, généralement un peu inclinées vers la mer. Ailleurs il forme un placage superficiel ou un amoncellement de blocs et de débris éboulés.

» Les fossiles les plus communs de ce gisement sont des coquilles terrestres, en grande partie d'espèces encore vivantes dans le pays (entre autres l'*Helix nemoralis* et le *Cyclostoma elegans*). Les Drs Squinabol et Clerici, qui viennent d'en faire une bonne récolte, s'occupent maintenant d'en dresser un catalogue descriptif. Les fragments de coquilles marines que j'y ai recueillis appartiennent aux genres *Cerithium, Cardium, Venus*, etc. On y trouve aussi des Foraminifères.

» Au nord du dépôt principal, dans les environs d'Alassio, il en existe d'autres semblables, mais plus petits; un autre lambeau, très rapproché du premier, est situé sur le versant méridional du cap Mele, près du phare.

» La roche sous-jacente est partout le calcaire à fucoïdes, avec *Helmintoida labyrinthica* de l'éocène (étage ligurien), dont est formée la côte depuis Alassio jusqu'à Andora.

» Le gisement principal couvre la pente escarpée du cap Mele sur une longueur d'un demi-kilomètre environ, et descend jusqu'à la mer qui en a démoli ou affouillé les couches inférieures, en mettant, çà et là, à découvert le calcaire éocène. J'y ai observé des fragments de coquilles jusqu'à 95^m d'altitude; au-dessus je n'y ai aperçu que des coquilles terrestres brisées. Mais la nature lithologique du terrain étant partout la même, il faut en conclure qu'il s'est formé entièrement dans des conditions identiques, c'est-à-dire sous le niveau de la mer.

(¹) Ce cap est un petit promontoire qui s'avance de 2^{km} environ vers l'ouest et dont le faite ne s'élève qu'à 232^m sur le niveau de la mer.

» Le dépôt quaternaire du cap Mele, ainsi que les autres plus petits que j'ai signalés dans le voisinage, est évidemment une formation côtière, dans laquelle sont venus se mêler les débris apportés par les vagues et les détritus de toute espèce entraînés par les eaux sauvages qui descendaient de la falaise.

» J'étais d'abord disposé à attribuer la cimentation des sables du cap Mele à l'action d'eaux minérales qui auraient déposé du calcaire; mais, après un examen plus attentif de la question, il me semble que cette hypothèse est tout à fait superflue. Les eaux de pluie ayant traversé une couche assez forte de terre végétale et certains calcaires peuvent être suffisamment chargées de carbonate de chaux pour produire le phénomène dont il s'agit. On n'aperçoit pas d'ailleurs sur le cap Mele les concrétions que les eaux minérales abandonnent d'habitude sur leur passage.

» J'appelle l'attention des naturalistes sur cette coïncidence remarquable, que les traces d'un soulèvement quaternaire aussi important se trouvent dans le territoire qui a été secoué avec le plus de violence par le tremblement de terre du 23 février dernier (1). Le cap Mele est situé en effet à mi-chemin, entre les malheureuses villes de Diano-Marina et Alassio.

» S'il est vrai que le littoral a subi depuis peu un soulèvement considérable, nous possédons des arguments très sérieux, pour admettre qu'il est aujourd'hui en voie d'affaissement, du moins à Diano-Marina, où les conditions locales permettent de constater le phénomène. En effet, les vagues viennent maintenant déferler sur des rochers et des murailles qui étaient autrefois éloignés de la mer; on a vu des jardins et des champs envahis, des maisons détruites peu à peu par les eaux salées. M. E. Charlon, ingénieur français résidant à Diano-Marina, a recueilli à ce sujet des témoignages dignes de foi. Malheureusement, on n'est pas fixé sur l'intensité du mouvement (2); mais, afin de remplir cette lacune, des marques de niveau vont être placées par M. Charlon. »

---

(1) Les vibrations du sol ont été si violentes dans ce point que plusieurs gros blocs de grès se sont détachés de la masse principale et ont encombré de leurs débris le grand chemin.

(2) D'après certaines observations de M. Charlon, je suppose que le niveau de la mer a pu gagner, par rapport à celui de la côte, de $1^{m},50$ à 2^{m}, en cinquante ans.

COSMOLOGIE. — *Météore observé le 20 octobre à Chinon (Indre-et-Loire)*; par M. PAULIN. (Extrait d'une Lettre à M. Daubrée.)

« Jeudi 20 octobre, à $3^h 45^m$ du matin, le ciel, absolument pur, fut tout à coup sillonné au sud-ouest par un magnifique météore que je ne pus voir, cette partie du ciel m'étant masquée par un arbre. M'étant avancé de quelques pas, quel ne fut pas mon étonnement en m'apercevant que la trajectoire suivie par le bolide continuait à être lumineuse sur un arc de 25° à 30° de développement!

» La largeur de la traînée était un peu plus grande que celle des étoiles filantes ordinaires, et la lumière bleuâtre qu'elle émettait était beaucoup plus vive. Peu à peu, l'éclat diminua. Au bout de trois minutes, il se produisit des fluctuations dans la matière et il se forma un petit nuage rougeâtre qui se déplaça lentement sous l'action du vent. Ce nuage fut visible pendant longtemps encore; car je fis environ 600^m au pas avant de rentrer chez moi, et je le vis pendant tout ce trajet. »

M. **G.-A. FAURIE** annonce que le procédé dont il a déjà entretenu l'Académie permet d'obtenir des alliages de cuivre et de silicium, dont la teneur en silicium peut s'élever jusqu'à 15 pour 100. Les propriétés de ces divers alliages varient beaucoup avec leur composition.

M. **A. CLERMONT** adresse une Note sur la production de la peptone et de la syntonine.

A quatre heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à cinq heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 14 NOVEMBRE 1887.

Bibliographie générale de l'Astronomie; par J.-C. HOUZEAU et A. LANCASTER. T. I : *Ouvrages imprimés et manuscrits*, Ire Partie. Bruxelles, F. Hayez, 1887; in-4°. (Présenté par M. Faye.)

Traité élémentaire de Spectroscopie; par GEORGES SALET; premier fascicule. Paris, G. Masson, 1888; in-4°. (Présenté par M. Friedel.)

Souvenirs d'un savant français, à travers un siècle (1780-1865). *Science et histoire; par* LÉON DUFOUR. Paris, J. Rothschild, 1888; in-8°. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

Paléontologie française. Ire série : *Animaux invertébrés, terrain jurassique;* livraison 85. — *Terrains tertiaires;* livraison 11. Paris, G. Masson, 1887; 2 br. in-8°. (Présenté par M. Cotteau.)

Éléments de Botanique. — II. *Botanique spéciale; par* VAN TIEGHEM. Paris, F. Savy, 1888; in-18.

Tératologie et tératogénie; par A. DE QUATREFAGES (extrait du *Journal des Savants*, 1887). Paris, Imprimerie nationale, 1887; br. in-4°.

Contributions à l'étude des Bopyriens; par ALFRED GIARD et JULES BONNIER. Lille, L. Danel, 1887; in-4°.

Rapport sur les travaux du Conseil central de salubrité et des Conseils d'arrondissement du département du Nord, pendant l'année 1886; *par* M. le Dr J. ARNOULD, n° XLV. Lille, L. Danel, 1887; br. in-8°. (Présentée par M. le baron Larrey.)

Bulletin de la Société de Géographie; VIIe série, t. VIII, 3e trimestre 1887. Paris, Société de Géographie, 1887; br. in-4°.

La définition de la création; par ARMAND REY. Paris, 1886; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Pubblicazioni del real osservatorio di Palermo, anni 1883-1884-1885, vol. III. Prof. G. CACCIATORE direttore. Palermo, tipografia di Michele Amanta, 1887; gr. in-4°.

Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura del Prof. P. TACCHINI. Roma, tipografia eredi Botta, 1887; br. in-4°.

Rendiconti dell' Accademia delle Scienze fisiche e matematiche; serie 2^a^, vol. I (anno XXVI), fascicolo 9°, settembre 1887. Napoli, 1887; br. in-4°.

Annuario del observatorio astronomico nacional de Tacubaya para el año de 1888, *formado bajo la direccion del Ingeniero* ANGEL ANGUIANO; año VIII. México, 1887; in-12.

Primer censo general de la provincia de Santa-Fé (Republica Argentina, América del Sud), verificado bajo la administracion del Doctor don Jose Galvez; por GABRIEL CARRASCO. *Censo de las escuelas correspondiente a fines de* 1886 *y principios de* 1887. Buenos Aires, 1887; 4 vol. gr. in-4°. (Deux exemplaires.)

Results of astronomical and meteorological Observations made at the Radcliffe observatory, Oxford, in the year 1884, *under the superintendence of*

EDWARD JAMES STONE; vol. XLII. Oxford, James Parker and C°, 1887; gr. in-8°.

The Sutro tunnel Company and the Sutro tunnel Property, income, prospects and pending litigation. Report to the stockholders; by THEODORE SUTRO. New-York, 1887; in-18.

Transactions of the New-York Academy of Medicine, instituted 1847; vol. IV and vol. V. Printed for the Academy, 1886; 2 vol. in-8°.

Acta mathematica. Journal rédigé par G. MITTAG-LEFFLER. 10 : 2. Stockholm, 1887; br. in-4°.

Präcisions-Nivellement der Elbe; dritte Mittheilung : *Auf Veranlassung der Elbstrom-Baubehörden von Preussen, Mecklenburg und Anhalt im Auftrage des königlichen geodätischen Instituts,* ausgeführt und bearbeitet von Prof. Dr WILHELM SEIBT. Berlin, 1887; br. gr. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 7 novembre 1887.)

Note de M. *Gruey*, sur une forme géométrique des effets de la réfraction dans le mouvement diurne :

Page 849, ligne 8, *au lieu de* direct ou rétrograde, *lisez* rétrograde ou direct.
Même page, ligne 9, *au lieu de* rétrograde ou direct, *lisez* direct ou rétrograde.
Même page, ligne 18, *au lieu de* $v = \sin \mathfrak{P}$, *lisez* $v = \sin \mathfrak{P} + \frac{dy}{dt}$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 NOVEMBRE 1887.

PRÉSIDENCE DE M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

OPTIQUE. — *Sur l'expérience des trois miroirs de Fresnel.* Note de M. **Mascart**.

« On sait que cette expérience consiste à faire interférer deux faisceaux lumineux, issus d'une même source, dont l'un s'est réfléchi une fois et dont l'autre a subi deux réflexions successives.

» Dans la disposition adoptée par Fresnel, le miroir moyen est également incliné sur les miroirs extrêmes, parallèle à leur intersection et très rapproché de cette droite. Pour une direction convenable de la lumière incidente, les rayons qui aboutissent à un même point de la région commune aux deux faisceaux ont parcouru sensiblement le même chemin et sont dans des conditions favorables à la production des interférences.

» Si l'on considère le phénomène dans un plan perpendiculaire aux miroirs et qu'on appelle $\pi - 2\alpha$ l'angle des miroirs extrêmes, un rayon incident qui fait l'angle β avec le premier miroir éprouve à la première réflexion une rotation 2β; il fait alors avec le troisième miroir l'angle $2\alpha - \beta$ et il éprouve à la seconde réflexion une rotation $2(2\alpha - \beta)$: sa rotation totale est 4α. Un rayon parallèle qui se réfléchit seulement sur le miroir moyen éprouve une rotation $2(\alpha + \beta)$, de sorte que l'angle apparent des deux images virtuelles de la source, vues de l'intersection commune des trois miroirs, est égale à $2(\beta - \alpha)$. Les deux faisceaux n'ont de partie commune que si la différence $\beta - \alpha$ est positive, et les franges d'interférence sont d'autant plus larges que cette différence est plus petite. Dans ce cas, le premier miroir est à peu près bissecteur de l'angle des rayons incidents avec le second, et le troisième miroir se trouve situé de la même manière par rapport aux rayons émergents.

» Fresnel a répété l'expérience sous des inclinaisons très différentes, en donnant successivement à l'angle α les valeurs 7°30′, 15°, 20°, 25°, 27°30′, 30°, 35°, 40°, et a toujours vu le milieu du groupe de franges occupé par une bande noire. C'est ce qui a lieu quand on emploie de la lumière naturelle, mais il est utile de compléter l'expérience et d'en préciser le caractère, parce que la nature des franges n'est pas indépendante de la polarisation de la lumière incidente.

» Quoique la théorie de la réflexion établie par Fresnel repose sur certaines hypothèses plus ou moins contestables, les formules qui en résultent paraissent conformes à toutes les observations, si l'on met à part les corps très réfringents, comme le diamant, et quelques phénomènes secondaires qui se manifestent au voisinage de l'angle de polarisation.

» En appelant i l'angle d'incidence de la lumière qui tombe sur la surface de séparation de deux milieux isotropes transparents, r l'angle de réfraction correspondant, et a ou b l'amplitude de la vibration primitive, suivant qu'elle est normale au plan d'incidence ou située dans ce plan, l'amplitude de la vibration réfléchie est représentée par

$$u = -a\frac{\sin(i-r)}{\sin(i+r)} \qquad \text{ou} \qquad v = -b\frac{\operatorname{tang}(i-r)}{\operatorname{tang}(i+r)}.$$

» La différence de phase est nulle quand les vibrations incidente et réfléchie sont de même signe; le changement de signe de la vibration réfléchie équivaut à une perte de phase égale à π ou à un retard d'une demi-longueur d'onde.

» Quand le milieu inférieur est le plus réfringent ($i > r$), il y a toujours changement de signe pour les vibrations normales au plan d'incidence.

» Pour les vibrations situées dans le plan d'incidence, les projections des amplitudes sur la surface de séparation sont encore de signes contraires tant que $i + r < \frac{\pi}{2}$, mais ces vibrations se superposent si l'on rabat le rayon réfléchi sur le prolongement du rayon incident; il n'y a donc pas de changement de signe pour un observateur qui recevrait alternativement le rayon primitif et le rayon réfléchi. Le changement de signe apparaît lorsque $i + r > \frac{\pi}{2}$, c'est-à-dire quand on a dépassé l'angle de polarisation.

» Dans l'expérience des trois miroirs, la vibration ne change pas de signe pour le rayon qui s'est réfléchi deux fois sous le même angle, quel que soit l'effet de chaque réflexion; le caractère des franges dépend donc uniquement du rayon réfléchi une seule fois sur le miroir moyen.

» Lorsque la vibration est normale au plan d'incidence, il y a toujours changement de signe, et la frange centrale est toujours noire : c'est ce que l'on constate, en effet, avec une lumière polarisée dans le plan d'incidence.

» Lorsque la vibration est dans le plan d'incidence, la frange centrale doit être blanche tant que la réflexion sur le miroir moyen satisfait à la condition $i + r < \frac{\pi}{2}$. L'observation est moins facile parce que, l'angle 2α devant être compris entre 35° et 90°, l'un au moins des deux faisceaux se réfléchit dans une direction voisine de l'angle de polarisation; sauf pour une valeur très particulière de l'angle α, les faisceaux interférents ont des intensités très inégales, et les franges sont noyées dans un excès de lumière blanche qui ne permet pas de distinguer le caractère de la frange centrale.

» On peut tourner cette difficulté en polarisant la lumière incidente dans un azimut intermédiaire. Quand on met un polariseur en avant de la fente, il est aisé de reconnaître que la frange centrale est noire tant que le plan de polarisation est voisin du plan d'incidence. Si l'on tourne alors le polariseur d'une manière continue, on voit les franges s'affaiblir peu à peu, s'évanouir pour un certain azimut, puis reparaître avec une netteté croissante jusqu'à ce que le plan de polarisation soit perpendiculaire au plan d'incidence. Il y a donc, en réalité, pour tout azimut intermédiaire du polariseur, superposition de deux systèmes de franges, polarisés dans des plans rectangulaires, l'un à centre noir, l'autre à centre blanc, qui proviennent des deux composantes principales de la vibration incidente; les

franges s'évanouissent quand les deux systèmes sont exactement complémentaires.

» Si l'on appelle θ l'angle du plan de polarisation avec le plan d'incidence, i et i' les angles d'incidence sur le premier et le second miroir, r et r' les angles de réfraction correspondants, et qu'on prenne pour unité l'amplitude de la vibration primitive, on a

$$a = \cos\theta, \qquad b = \sin\theta,$$
$$i = \frac{\pi}{2} - \alpha, \qquad i' = \frac{\pi}{2} - 2\alpha.$$

» Les amplitudes u_1 et u_2 ou v_1 et v_2 des faisceaux réfléchis une fois et deux fois, suivant qu'ils sont polarisés dans le plan d'incidence ou dans le plan perpendiculaire, sont

$$u_1 = -\cos\theta \frac{\sin(i'-r')}{\sin(i'+r')}, \qquad u_2 = -\cos\theta \frac{\sin^2(i-r)}{\sin^2(i+r)};$$
$$v_1 = -\sin\theta \frac{\operatorname{tang}(i'-r')}{\operatorname{tang}(i'+r')}, \qquad v_2 = -\sin\theta \frac{\operatorname{tang}^2(i-r)}{\operatorname{tang}^2(i+r)}.$$

» Si l'on a $i'+r' < \frac{\pi}{r}$ et $v_2 < v_1$, les franges s'évanouissent quand les amplitudes u_2 et v_2 sont égales, c'est-à-dire pour la condition

$$\operatorname{tang}\theta = \frac{\cos^2(i-r)}{\cos^2(i+r)}.$$

» En faisant $\alpha = 21°$, j'ai trouvé avec des miroirs de verre noir $\theta = 83°, 5$. Si l'on prend 1,52 pour l'indice de réfraction du verre, la formule donne $\theta = 83°25'$; la concordance est donc aussi complète qu'on peut l'espérer d'une mesure approchée.

» La lumière naturelle donne toujours une frange centrale noire, comme l'avait observé Fresnel. Elle équivaut, en effet, à de la lumière polarisée dans l'azimut de 45°; les systèmes de franges superposés sont alors d'intensités très inégales et le système polarisé dans le plan d'incidence donne son signe au phénomène résultant.

» Les franges s'obtiennent aussi facilement quand on donne au miroir moyen une direction quelconque, pourvu qu'il reste parallèle à l'intersection des miroirs extrêmes; les deux effets produits sur un rayon doublement réfléchi peuvent être alors de natures différentes, ce qui permet de varier beaucoup les conditions du phénomène.

» Les formules de Fresnel relatives à la réflexion ont été vérifiées sur-

tout par la rotation du plan de polarisation et par la mesure des intensités; l'expérience des trois miroirs fournit ainsi une troisième méthode pour les soumettre à un contrôle très délicat. »

GÉOMÉTRIE. — *Détermination du nombre maximum absolu* ([1]) *de points multiples d'un même ordre quelconque r, qu'il est permis d'attribuer arbitrairement à une courbe algébrique* C_m, *de degré m, conjointement avec d'autres points simples donnés en nombre suffisant pour compléter la détermination de la courbe;* par M. DE JONQUIÈRES.

« I. L'emploi que j'ai fait, dans ma précédente Communication ([2]), d'une droite auxiliaire L, adjointe à la courbe C_m^δ, dans le but (que je n'avais pas fait connaître) d'obtenir une limite plus haute du nombre des points doubles qu'il soit permis de prendre arbitrairement pour en doter cette courbe, suggère naturellement l'idée de faire servir au même usage, avec l'espoir d'un bénéfice plus grand, non plus une droite, mais, s'il est possible, une courbe arbitraire adjointe C_i, de degré i, générale dans son degré, de telle sorte que la courbe résultante soit d'ordre $m+i$, mais se réduise, abstraction faite de C_i, à la courbe cherchée C_m^δ, grâce à la condition que les courbes correspondantes des deux faisceaux générateurs aient toutes un de leurs points d'intersection sur cette courbe C_i, fixe et connue. Il suffit, pour qu'il en soit ainsi, d'y prendre $i(m+i)+1$ points

---

([1]) m étant le degré de la courbe cherchée, i celui de la courbe auxiliaire *adjointe*, et n', n' ceux des faisceaux générateurs, on doit toujours avoir

$$n+n'=m+i.$$

Lorsqu'on n'a pas recours à l'adjonction de la courbe fixe et donnée, C_i, $i=0$, et il faut simplement que $n+n'=m$. Le maximum *absolu* dont il s'agit dans le texte correspond à la valeur de i, qui fournit le maximum le plus élevé et que je donne le moyen de préciser pour chaque valeur, ou plutôt chaque *forme* du nombre m.

([2]) Voir *Comptes rendus*, t. CV, p. 917, séance du 14 novembre 1887. On y doit lire, page 921, ligne 5, *au lieu de* $n=n'=\left(\frac{m+1}{2}+j\right)$,

$$n=\left(\frac{m+1}{2}+j\right) \quad \text{et} \quad n'=\left(\frac{m+1}{2}-j\right).$$

Le lecteur aura tout de suite corrigé cette inadvertance de *copie*, d'autant plus aisément qu'elle ne s'est pas reproduite page 923, ligne 9.

à volonté et d'y faire passer un nombre égal de couples de courbes génératrices correspondantes. Comme une C_i et une C_{m+i}, distinctes l'une de l'autre, ne peuvent avoir que $i(m+i)$ points communs, il faut bien, dès qu'elles en ont un de plus, que C_i fasse partie intégrante de la C_{m+i} engendrée, qui se décompose alors en deux courbes $C_i + C_m$.

» La marche à suivre pour appliquer cette idée à la recherche dont il s'agit ne diffère pas, au fond, de celle relative à l'adjonction d'une simple droite. Seulement, les deux faisceaux générateurs seront alors de degrés respectifs

$$n = \left(\frac{m+i}{2} + j\right), \qquad n' = \left(\frac{m+i}{2} - j\right), \qquad \text{si } m+i \text{ est un nombre pair,}$$

ou

$$n = \left(\frac{m+i+1}{2} + j\right), \quad n' = \left(\frac{m+i-1}{2} - j\right), \quad \text{si } m+i \text{ est un nombre impair.}$$

» En appliquant à ces données initiales les mêmes raisonnements que dans la Note précitée, on arrive par des calculs faciles (que je ne reproduirai pas ici) aux conclusions suivantes (II, III, IV et V) :

» II. Les *seules* valeurs de i pour lesquelles les deux bases, B, B', des faisceaux générateurs absorbent la totalité :

» 1° Des points δ, désignés pour devenir doubles dans C_m;

» 2° Des points *inconnus* X, dont le nombre est $(nn' - 1 - \delta)$, n et n' étant les degrés respectifs des deux faisceaux, tandis que la somme $S + L_i$ des points S, désignés pour être simples et qui, avec les points δ (ceux-ci comptant chacun pour trois), et les points adjoints $L_i = i(m+i) + 1$, pris à volonté sur une courbe arbitraire C_i, de degré i, générale dans son degré et ne passant par aucun des points δ ni S, complète la détermination de C_{m+i}, ces *seules* valeurs, disons-nous, sont les trois suivantes

$$i = 0, \qquad i = 1, \qquad i = 2.$$

» III. Ces trois valeurs de i sont aussi les seules pour lesquelles, quelle que soit d'ailleurs la valeur de j, on puisse avoir la relation

$$B + B' + S + L = 2\delta + 3X + 3,$$

qui exprime l'une des conditions nécessaires pour la construction et l'*existence* de la courbe cherchée, dans le cas où l'on devrait emprunter aux points S, à l'exclusion absolue des points L_i, quelques points simples

pour compléter les bases B, B′, faute d'un nombre suffisant des points δ et des points inconnus X qui doivent d'abord, les uns et les autres, y entrer tous; en d'autres termes, s'il arrive que le nombre δ des points doubles qu'on désire ou qu'on puisse attribuer à C_m soit moindre que le nombre maximum de ces points que comportent les valeurs simultanées de m, n, n' et j. On conclut de là, ainsi que de (II), que la courbe *adjointe*, lorsqu'il convient d'en admettre une, ne peut être qu'une droite ou une conique.

» Pour les trois valeurs précitées de i, savoir 0, 1 et 2, les valeurs maxima de δ relativement à une valeur quelconque de j, *compatibles avec les données*, sont

$$\begin{matrix} i=0\,(^1) \\ i=1 \\ i=2 \end{matrix} \qquad \delta=\left\{\begin{matrix} \frac{3m-2}{2}+2j^2 \\ \frac{3m+2}{2}+2j(j+1) \\ \frac{3m+4}{2}+2j^2 \end{matrix}\right\} \text{ si } m \text{ est pair; } \quad \text{et } \delta=\left\{\begin{matrix} \frac{3m-1}{2}+2j(j+1) \\ \frac{3m+1}{2}+2j^2 \\ \frac{3m+5}{2}+2j(j+1) \end{matrix}\right\} \text{ si } m \text{ est impair.}$$

» V. Les limites supérieures J_i de j sont

$$\text{pour } i=\left\{\begin{matrix} 0\,..\; J_0=\frac{m-6}{6} \\ 1\,..\; J_1=\frac{m-8}{6} \\ 2\,..\; J_2=\frac{m-4}{6} \end{matrix}\right\} \text{ si } m \text{ est pair, } \quad \text{et } \left\{\begin{matrix} J_0=\frac{m-9}{6} \\ J_1=\frac{m-5}{6} \\ J_2=\frac{m-7}{6} \end{matrix}\right\} \text{ si } m \text{ est impair.}$$

» D'ailleurs, J devant être un nombre entier, on devra prendre pour sa valeur le plus grand entier contenu dans les expressions précédentes; d'où l'on conclut aisément que :

» 1° Si *m pair* est de la forme $6p+2$, on a pour ces valeurs entières

$$J_0=J_1=J_2=p-1;$$

d'où l'on déduit, pour les valeurs correspondantes de Δ_i,

$$\Delta_0=2p^2+5p+4, \qquad \Delta_1=2p^2+7p+4, \qquad \Delta_2=2p^2+5p+7;$$

---

(1) Dans le cas de $i=0$, le plus simple de tous, mais le plus souvent aussi, toutes choses égales d'ailleurs, le moins productif en points doubles, on a $m=n+n'$. Pour déduire des formules générales, où i est quelconque, celles qui le concernent, il faut faire dans celles-là $i=0$ et, puisque C_i disparaît, supprimer les points auxiliaires adjoints dont le nombre est $i(m+i)+1$.

et, par conséquent, $\Delta_1 > \Delta_2$ si $p \overline{\gtrless} 2$, d'où $m \overline{\gtrless} 14$, et $\Delta_1 > \Delta_0$, quels que soient p et m.

» Si *m pair* est de la forme $6p + 4$, on a

$$J_0 = J_1 = p - 1, \qquad J_2 = p;$$

d'où

$$\Delta_0 = 2p^2 + 5p + 7, \qquad \Delta_1 = 2p^2 + 7p + 7, \qquad \Delta_2 = 2p^2 + 9p + 8.$$

» Donc $\Delta_2 > \Delta_1 > \Delta_0$.

» Enfin, si *m pair* est de la forme $6p + 6$, qui donne

$$J_0 = p, \qquad J_1 = p - 1, \qquad J_2 = p,$$

on a

$$\Delta_2 > \Delta_0 > \Delta_1.$$

» 2° Si *m impair* est de la forme $6p + 1$, on a

$$J_0 = p - 2, \qquad J_1 = J_2 = p - 1,$$

d'où l'on déduit

$$\Delta_0 = 2p^2 + 3p + 5, \qquad \Delta_1 = 2p^2 + 5p + 4, \qquad \Delta_2 = 2p^2 + 7p + 4;$$

et par suite $\Delta_2 > \Delta_1 > \Delta_0$, quel que soit p.

» Si *m impair* est de la forme $6p + 3$

$$J_0 = J_1 = J_2 = p - 1;$$

$$\Delta_0 = 2p^2 + 7p + 4, \qquad \Delta_1 + 2p^2 + 5p + 7, \qquad \Delta_2 = 2p^2 + 7p + 7.$$

» Donc, $\Delta_2 > \Delta_0$ ou Δ_1; et $\Delta_0 > \Delta_1$ si $p \overline{\gtrless} = 2$; d'où $m \overline{\gtrless} 15$.

» Enfin, si *m impair* est de la forme $6p + 5$, on a

$$J_0 = p - 1, \qquad J_1 = p, \qquad J_2 = p - 1 \qquad \text{et} \qquad \Delta_1 > \Delta_2 > \Delta_0$$

pour $p > 1$.

» Il résulte de cette analyse que Δ_2 est toujours le plus grand des trois nombres, sauf les cas de m pair et de la forme $6p + 2$, ou bien de m impair et de la forme $6p + 5$, où Δ_1 est le plus grand des trois. On a donc ce théorème, but final des présentes recherches, en ce qui concerne les points doubles :

» Théorème III. — *Le maximum* absolu *du nombre des points doubles qu'il soit permis d'attribuer* arbitrairement *à une courbe algébrique d'ordre m*

(dont la détermination est complétée par d'autres points simples donnés) *est* (pour $m > 6$)

$$\Delta_2 = \frac{3m+5}{2} + 2J_2(J_2+1), \quad \textit{si } m \textit{ est impair, de la forme } 6p+1 \text{ ou } 6p+3,$$

ou

$$\Delta_1 = \frac{3m+1}{2} + 2J_1^2, \quad \textit{si } m \textit{ impair est de la forme } 6p+5,$$

$$\Delta_2 = \frac{3m+4}{2} + 2J_2^2, \quad \textit{si } m \textit{ pair est de la forme } 6p+4 \text{ ou } 6p+6,$$

ou

$$\Delta_1 = \frac{3m+2}{2} + 2J_1(J_1+1), \quad \textit{si } m \textit{ pair est de la forme } 6p+2.$$

» VI. Ces formules, très simples vu la nature du sujet, et obtenues par les seules ressources de la Géométrie projective et de l'Arithmétique la plus élémentaire, qu'on peut d'ailleurs, d'après celles du § V, exprimer en fonction du seul nombre entier p, ont cela de remarquable qu'elles n'ont besoin de subir qu'une très légère modification pour convenir à la question analogue, mais d'un ordre plus élevé, où il s'agit, non plus de points *doubles*, mais de points *multiples* d'un *même* ordre r quelconque. On obtient, en effet, en appliquant à ce nouveau problème les mêmes procédés généraux d'investigation, le théorème suivant :

» Théorème IV. — *Le nombre maximum Φ_J des points r^{uples} qu'il est permis d'attribuer arbitrairement à une courbe algébrique d'ordre m ($m > H$), dont d'autres points simples donnés complètent la détermination, est égal à la $2^{r-2\,\text{ième}}$ partie du maximum des points doubles qui, pour cette même valeur de m, est attribué à la courbe C_m par le théorème III, en ayant soin de prendre* séparément *la $2^{r-2\,\text{ième}}$ partie des deux termes des formules Δ_i de ce théorème, et de n'en conserver que les parties entières pour en faire la somme égale à Φ_J.*

» H est une limite inférieure (facile à déterminer), pour chaque valeur de m et de r, que je ferai connaître ailleurs. Quant à la limite *supérieure* J de j, qui doit être employée, elle est exprimée par une formule générale, en fonction de m, que je donnerai en même temps. Je me bornerai ici à dire que pour m impair, par exemple, et $r=3$ (donc s'il s'agit de points triples), on a $J \leqq \frac{-(m+6)+\sqrt{2m^2+14m+25}}{2}$, et l'on doit prendre le plus grand nombre entier contenu dans cette expression.

» VII. Comme application : 1° supposons qu'on demande le maximum absolu du nombre de points triples qu'on puisse attribuer arbitrairement à une courbe du vingt et unième ordre. On trouve ici (où la condition $m > H$ est satisfaite, et au delà), par la formule ci-dessus (pour m impair), $J = 3$, ce qui donne pour $m+i$ (i étant égal à 2, puisque $21 = 6.3 + 3$), $n = 15$ et $n' = 8$. D'ailleurs, chaque point triple donné étant équivalent à 6 points simples donnés, C_{21} est déterminé par 29 points triples et 125 points simples, tandis que les *bases* des deux faisceaux générateurs comprennent, par équivalence, 134 et 43 points simples, respectivement.

» Les bases seront, par suite, ainsi constituées :

			Total.
$B_{15} \equiv$	29 points *doubles*, aux points désignés pour être triples dans $C_{21} \equiv 3.29 =$	87	134
	47 » simples *inconnus* $\equiv$	47	
$B_8 \equiv$	29 points simples, aux points désignés pour être triples dans $C_{21} \equiv$	29	43
	14 » *inconnus* $\equiv$	14	

» Il entre donc dans les deux bases ensemble $47 + 14 = 61$ points inconnus, c'est-à-dire, comme cela doit être, la *totalité* de ces points dont le nombre, marqué en général par la formule $X = nn' - 1 - (r-1)\varphi$, est ici $15.8 - 1 - 2.29 = 61$, pour la détermination desquels les données restantes doivent fournir 2.61 points simples disponibles, sans préjudice des 3 points devant servir à établir la projectivité des deux faisceaux générateurs. Or la C_{21} demandée est complètement déterminée par $\frac{21.24}{2}$ points simples, et la conique adjointe, eu égard à la condition qu'elle fasse partie intégrante de C_{21+2}, en exige $2(21+2)+1 = 47$, soit en tout

$$252 + 47 = 299.$$

Mais, comme cette courbe doit posséder 29 points triples, qui équivalent à $6.29 = 174$ points simples, il ne reste, comme faisant partie des données, que $299 - 174 = 125$ points simples, c'est-à-dire $2.61 + 3$; ce qui est précisément le nombre requis pour la solution complète du problème.

» 2° Supposons encore qu'on demande le *maximum absolu* du nombre des points quadruples qu'on peut attribuer arbitrairement à la courbe C_{21} du même degré. On a ici (VI)

$$J = 2, \qquad \Phi_0 = \frac{3.21+5}{8} = 8$$

$\left(\text{plus grand entier contenu dans } \frac{68}{8}\right)$, et enfin, pour le maximum demandé,

$$\Phi_2 = 8 + \frac{2\,J(J+1)}{4} = 8 + 3 = 11.$$

En effet, les 11 points quadruples donnés sont équivalents à $10.11 = 110$ points simples; il y a donc $299 - 110 = 189$ autres points simples, donnés ou adjoints, restant disponibles.

» J étant égal à 2, les faisceaux générateurs sont de degrés 14 et 9, respectivement, et l'on a

$$X = 14.9 - 1 - 3.11 = 92,$$

puis

$$B = 118 \qquad \text{et} \qquad B' = 53.$$

» On formera donc les bases des deux faisceaux de la manière suivante :

			Total.
B_{14}	11 points *triples*, aux points désignés pour être quadruples dans C_{21}	$= 6.11 = 66$	118
	52 » simples *inconnus*	$= 52 = 52$	
B_9	11 points simples, aux points désignés pour être quadruples dans C_{21}	$= 11$	53
	40 » *inconnus*	$= 40$	
	2 » empruntés aux 142 points S donnés et disponibles	$= 2$	

» Il reste $189 - 2 = 187$ points S et L disponibles. Or $187 = 3 + 2.92$. Donc le problème est résolu, etc. [1]. »

---

[1] On peut juger, par cette théorie et ces résultats, de l'importance que prend, dans les questions de cette nature, le théorème exprimé par la formule

$$X = nn' - 1 - (r - 1)\varphi,$$

que j'ai rappelée ci-dessus. Il a fait l'objet, peu d'années après sa publication, d'une citation développée, dans l'Ouvrage, devenu classique, de M. Cremona intitulé : *Introduzione ad una teoria geometrica delle curve piane,* p. 48 (Bologna, 1862).

ANATOMIE ANIMALE. — *Système nerveux des Gastéropodes* (*type Aplysie*, Aplysia depilans *et* A. fasciata). Note de M. **H. de Lacaze-Duthiers**.

« Dans plusieurs Communications antérieures, j'ai rappelé les dispositions particulières que présentait le système nerveux central : 1° des Ancyle, Gadinia, Testacelle, Limace et Pulmonés; 2° de la Téthys.

» La loi des connexions, d'une façon aussi précise qu'on puisse le désirer, avait, dans ces recherches, fourni les moyens les plus exacts pour la détermination des homologies aussi bien du côté des ganglions que du côté des organes, quand les uns ou les autres étaient déformés, déplacés et méconnaissables.

» Dans l'Aplysie, ce gros mollusque si facile à se procurer, que l'on trouve dans presque tous nos ports, surtout méditerranéens, et qui, pour cette raison, a été disséqué par beaucoup de naturalistes, nous allons, suivant la même méthode, chercher à voir quel est le type du système nerveux afin de le comparer à ceux qui ont déjà été étudiés ([1]).

» Le *collier œsophagien*, placé au niveau des grands tentacules et des yeux, présente cette première particularité que, la commissure des ganglions pédieux étant très longue, ces deux centres se trouvent rejetés sur les côtés et deviennent latéraux, leur volume d'ailleurs étant très considérable.

» Les deux premiers ganglions du centre asymétrique sont oblongs et très petits, comparés aux précédents; ils sont placés en arrière de ceux-ci et n'occupent guère qu'un tiers et même moins de leur surface.

» Le *cerveau* paraît avoir, quand on ouvre l'animal, une forme quadrilatère; mais, à l'aide des réactifs histologiques, on découvre bientôt les deux ganglions arrondis, symétriques, unis par une courte commissure, qui le forment et qui sont voilés par du tissu conjonctif rempli de granulations pigmentaires : c'est ce tissu conjonctif qui donne la forme de quadrilatère allongé à la masse dorsale nerveuse.

» Des angles externes et supérieurs de ce quadrilatère naissent tous les nerfs destinés à la tête et aux organes des sens qu'elle porte. Des deux

---

([1]) Naturellement, je n'ai pas la prétention de découvrir des ganglions que beaucoup de zoologistes ont vus; je veux en rappeler la disposition pour pouvoir en interpréter le sens et la valeur morphologiques.

angles inférieurs et externes partent les deux connectifs qui unissent le cerveau aux deux ganglions pédieux et aux premiers ganglions du groupe asymétrique.

» C'est tout près du point où le connectif cérébro-pédieux plonge dans le ganglion pédieux correspondant que paraît le connectif unissant ce dernier ganglion au ganglion asymétrique. Il est extrêmement court et ce n'est qu'avec les meilleures préparations qu'on arrive à le découvrir.

» Dans son ensemble, le collier œsophagien offre la forme d'un triangle isoscèle extrêmement surbaissé, dont la base est formée presque complètement par la commissure pédieuse, et le sommet tronqué opposé à cette base est dû au rapprochement des ganglions cérébraux.

» Les nerfs du cerveau naissent tous très rapprochés; ceux qui sont le plus près de la ligne médiane sont destinés aux tentacules et aux yeux; presque constamment, le nerf optique est distinct du nerf tentaculaire.

» Celui-ci gagne la base du sillon terminal de cet appendice et s'y prolonge jusqu'à son extrémité, en présentant ordinairement cinq épaississements ganglionnaires, desquels partent, en alternant, des rameaux courts extrêmement subdivisés et donnant évidemment à la peau du sillon profond de cette partie une grande sensibilité. Dans un prochain travail nous indiquerons le mode de terminaison de ces nerfs.

» On sait que l'orifice buccal est percé au milieu de deux grands voiles qui donnent, en s'étalant à droite et à gauche de la tête, une physionomie si particulière à l'animal, lorsque, bien épanoui, il rampe librement.

» Ces voiles sont éminemment sensibles, comme le prouvent les gros nerfs qu'ils reçoivent et qui sont, de même que le nerf tentaculaire, renforcés de loin en loin par quelques amas de cellules ganglionnaires; c'est surtout vers les extrémités extérieures ondulées de ces voiles, c'est-à-dire vers le point le plus avancé du côté du monde extérieur qu'ils explorent, que se trouvent les divisions et les terminaisons les plus nombreuses.

» Il existe enfin des nerfs cérébraux beaucoup plus petits et distincts qui vont aux lèvres proprement dites, c'est-à-dire au pourtour même de l'orifice buccal, ou bien dans les téguments de la tête en avant et entre les tentacules et les yeux.

» Le *centre pédieux* offre, on l'a vu, une très longue commissure, mais elle n'est pas unique; au-dessous d'elle, on trouve constamment un filet nerveux, petit, qui pend en formant une anse et dont les deux extrémités pénètrent dans les ganglions du pied.

» Nous aurons occasion de revenir sur cette seconde commissure.

» De chacun de ces ganglions pédieux naissent toujours en bas trois nerfs très gros, en haut également trois, un peu moins volumineux que les précédents; pour ceux-ci, il y a quelquefois des différences quant au nombre, surtout quant au volume. Le plus interne des trois nerfs supérieurs du pied est ordinairement le plus gros et le plus fort. Il se dirige en se subdivisant régulièrement dans cette partie onduleuse, formant comme un feston ou une collerette au-dessous des voiles labiaux; cette partie du pied est, on le comprend, éminemment sensible, comme le prouve la richesse de son innervation dans presque tous les mollusques; les deux autres nerfs supérieurs se distribuent dans la partie du pied placée en avant de la tête.

» Les nerfs pédieux inférieurs ont une distribution dont l'importance morphologique est grande; les deux qui sont le plus rapprochés de la ligne médiane innervent la sole ou la lame médiane du pied proprement dit; on peut les suivre sans difficulté jusqu'à l'extrémité inférieure du corps.

» Les deux cordons les plus externes, arrivés à la hauteur du manteau, se portent en dehors et se distribuent dans ces deux grands lobes latéraux qui remontent sur le dos de l'Aplysie, et que, bien à tort, quelques auteurs ont appelés le *manteau*.

» Les autres cordons, intermédiaires à ces deux ordres de nerfs internes et externes, se distribuent à ces lobes latéraux, mais encore à leur partie la plus extérieure qui ne reçoit de filets ni du nerf interne ni du nerf externe.

» Il y a déjà bien longtemps (1865) que, me basant sur ces relations ou connexions, j'ai reconnu et signalé la nature de ces grands lobes latéraux du pied. Cette opinion était basée sur ce principe : quelle que soit la forme que peut revêtir le manteau, jamais les ganglions pédieux ne l'innervent et ne donnent de nerfs à d'autres parties qu'au pied. Cela est si vrai que l'Aplysie, surtout l'Aplysie fasciée, lorsqu'on la lance dans une eau profonde, nage avec ces lobes qui dépendent réellement des organes de la locomotion. J'ai soutenu cette opinion il y a longtemps, et cependant quelques naturalistes l'ont répétée sans dire que la chose était connue; il est vrai de dire qu'ils ont donné aux parties des noms nouveaux.

» Le *centre asymétrique* est aussi bien intéressant à étudier. On a déjà vu la position de ses deux premières masses qui sont couchées sur les centres pédieux et appartiennent au collier œsophagien. De ces deux premiers petits ganglions part de chaque côté un gros cordon qui descend à droite dans la cavité générale et arrive au voisinage du cœur et de la base de la branchie.

» Tout près de l'organe central de la circulation, un peu en dehors de lui, dans le point où la crosse de l'aorte se réfléchit pour devenir verticale, ces deux cordons sont unis par deux gros ganglions très rapprochés, recevant chacun, l'un celui de droite, l'autre celui de gauche. Avec les deux ganglions supérieurs on a une anse fort longue et fermée qui constitue la chaîne transversale du *centre asymétrique*.

» Ici, on le voit, ce centre paraît plutôt non symétrique par la situation latérale de ses éléments que par le nombre apparent des ganglions, car le nombre impair ne se présente pas à la simple dissection. On a vu plus haut que, pour bien reconnaître les éléments constitutifs du cerveau, il fallait employer les réactifs. Il en est de même toutes les fois qu'il faut reconnaître le nombre des ganglions : nous aurons à revenir sur ce sujet. Ici, il y a comme une dissociation du centre asymétrique dont les ganglions moyens sont descendus très bas sur le côté droit, mais il n'en continue pas moins à fournir des nerfs aux organes ordinairement innervés par lui.

» Du premier ganglion de gauche, situé au voisinage du ganglion pédieux de ce même côté, on voit encore un nerf grêle descendre dans la cavité générale du cou jusqu'au point où commence le manteau proprement dit, c'est-à-dire à la partie dorsale médiane bien connue qui renferme la coquille ; là, ce nerf se bifurque, donne un rameau horizontal à la paroi inférieure du cou, un autre, externe, qui longe, en l'innervant, la portion gauche du manteau vrai, c'est-à-dire celle qui produit la coquille.

» Des deux ganglions précordiaux partent deux nerfs très gros qui se distribuent au côté droit du manteau et aux viscères. Notons, à propos de ces deux nerfs, une particularité intéressante : celui des deux qui naît du ganglion gauche descend tout droit et se divise en deux rameaux : l'un, profond, passant en avant du gros canal génital qui vient s'ouvrir dans le voisinage des ganglions, va fournir de nombreux rameaux aux viscères contenus dans la cavité inférieure du corps ; la seconde branche continue son trajet sous les téguments, dans le fond du sillon qui sépare le manteau du lobe droit du pied et vient s'épanouir, en se terminant par de nombreux et délicats ramuscules, sur le pavillon anal et inférieur du manteau. Le gros nerf, né du ganglion de droite, croise le premier en se portant en arrière et à gauche de lui, et, dès qu'il arrive au bord du manteau, fournit à cet organe un rameau qui suit son bord libre, tout le long de son côté droit, jusqu'au voisinage de l'anus. La seconde branche de ce gros nerf, arrivée à la base de la branchie, s'y renfle en un ganglion qu'il est bien naturel d'appeler ganglion branchial, puis fournit des rameaux nombreux et délicats avec petits renflements ganglionnaires sur la veine branchiale.

» Sur les viscères, l'autre nerf donne de très nombreuses ramifications, souvent plexiformes, que nous ne décrirons pas, car on peut en prévoir la distribution d'après la disposition des organes; elle sera donnée dans les figures qui vont être publiées.

» Dans cette conformation, on trouve comme un commencement de ce renversement vers la gauche de l'un des nerfs que nous verrons si marqué dans les Pectinibranches. Remarquons enfin que le ganglion branchial semble s'être détaché de ces deux ganglions précordiaux pour se porter à la base de l'organe respiratoire et l'innerver.

» Il nous reste enfin à voir d'où viennent les nerfs qui se distribuent dans la partie dorsale qui s'étend des tentacules au bord supérieur du manteau, c'est-à-dire dans le cou.

» Ces nerfs sont grêles et assez nombreux; on en compte habituellement trois de chaque côté, quelquefois quatre.

» Ils naissent tous de la face dorsale des ganglions pédieux et dans le voisinage des points où viennent se rendre les connectifs asymétriques et cérébraux. Ces nerfs, que l'on peut appeler *nerfs du cou*, sont surtout faciles à reconnaître chez les Pulmonés et jamais ils ne peuvent être confondus avec les nerfs pédieux proprement dits ou les nerfs palléaux.

» Il y a entre l'Aplysie et les Pulmonés une grande analogie de distribution de ces nerfs qui constituent un groupe très distinct sur lequel l'attention des anatomistes n'a pas été fixée d'une façon assez spéciale. Dans des travaux en voie de publication, j'insiste sur eux tout particulièrement.

» Quelques faits fort importants découlent des descriptions qui précèdent : l'innervation du manteau, des viscères, de la branchie, est produite, comme toujours, par le centre asymétrique dont les ganglions médians, fort éloignés du collier œsophagien, viennent se placer dans la région cardiaque, suspendus qu'ils sont à une très longue commissure, laquelle, par sa disposition, ressemble bien plutôt à des connectifs longitudinaux qu'à un cordon transversal et commissural. Je rappelle enfin que les ganglions pédieux, ainsi que je l'ai dit il y a longtemps, innervent les lobes palléiformes du pied.

» Dans une Communication antérieure, j'ai fait connaître les dispositions principales du stomato-gastrique de l'Aplysie, et n'ai point à y revenir.

» En résumé, on voit ici un type bien différent de ceux qui ont été désignés en commençant. Dans une prochaine Communication, que celle-ci devait précéder, les données générales qui découlent de mes recherches antérieures seront mises en lumière. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Remarques à l'occasion de la dernière Note de M.* Colladon (¹) *sur les trombes et les tornados;* par M. **H. Faye.**

« Notre illustre Correspondant pense que les tourbillons des cours d'eau ne vont pas jusqu'au fond. Cependant, les ingénieurs qui se sont occupés spécialement du régime des cours d'eau, tels que Venturi en Italie et Belgrand en France, savent très bien que ces tourbillons affouillent le lit des rivières et contribuent à l'alluvionnement.

» A côté des tourbillons des cours d'eau, M. Colladon dit que l'on voit souvent dans le même fleuve des tourbillons où l'eau paraît monter à la surface. Jamais je n'en ai vu; jamais je n'en ai entendu parler. Je suppose qu'il s'agit ici de l'effet bien connu, et en effet très fréquent, produit par les petits tourbillons qui viennent à cesser. Non seulement leur embouchure conique se comble à cet instant, mais encore elle est remplacée un moment par une petite élévation conique analogue à celle qui suit, un moment aussi, la chute d'une pierre qui tombe dans l'eau.

» M. Colladon montre dans sa Note, par plusieurs citations, que de très notables météorologistes ont émis sur les trombes des idées fort analogues aux siennes. Il pourrait aller plus loin et dire qu'il y a peu d'années tous les météorologistes sans exception professaient que les trombes et les tornados, les cyclones et les typhons sont ascendants et aspirants.

» Il y a deux ou trois mille ans qu'on dit partout, par exemple, que les trombes aspirent l'eau des mers jusqu'aux nues. A leur tour, les météorologistes le répètent aujourd'hui. Leur concert ne constitue pas une démonstration. J'ai examiné cette opinion à l'aide de faits observés par des observateurs, non pas d'occasion, mais sérieusement intéressés à bien voir, et je l'ai trouvée fausse. C'est par des faits pareils qu'il faudrait, ce me semble, me répondre. Les témoins dont j'ai longuement discuté les dires sont les observateurs du *Signal Service*, aux États-Unis, qui savent que la prospérité de leur pays est fortement intéressée dans ces questions de pure météorologie.

» J'avouerai cependant qu'aux États-Unis même, à côté des observateurs si dignes de confiance dont je viens de parler, il y a des théoriciens. Ceux-là sont de l'avis de M. Colladon. Voici, par exemple, un très savant

(¹) *Comptes rendus,* séance du 14 novembre 1887, t. CV, p. 914.

Traité de Météorologie, récemment publié aux États-Unis par M. W. Ferrel, dont j'offre un exemplaire à la Bibliothèque de l'Académie. La partie relative aux trombes, aux tornados et cyclones, est basée sur des idées semblables à celles qu'invoque M. Colladon. Il est curieux de constater le contraste qui existe entre les théories professées officiellement aux États-Unis, et les faits constatés d'autre part, non moins officiellement, par le *Signal Service* des États-Unis. J'en citerai quelques exemples, en demandant la permission de préférer, pour ma part, les faits aux théories.

» M. Ferrel professe l'opinion que les trombes et les tornados pompent jusqu'aux nues l'eau des mers et des étangs. Comme on a contesté ici même qu'une telle opinion ait pu être soutenue par un météorologiste, je citerai textuellement :

» This heaping up of the water is always observed, and on account of the rapid gyratory velocity of the air very near of the center, the water is much agitated, and much of it may be carried up in the interior of the spout by the ascending current. In this way the water in small ponds with fish or any other animals in it may be carried up in the air and fall at a considerable distance. The water, however, which falls as rain at sea is always observed to be fresh water, for the small amount of sea-water carried up, when mixed with so much rainwater, is not perceptible (1).

» Évidemment, l'auteur n'a tenu nul compte des faits qui, au dire des plus habiles observateurs du *Signal Office* lui-même, prouvent que les tornados ne pompent aucune quantité d'eau appréciable, mais la chassent au loin, à peu près horizontalement, par leurs girations terribles.

» Voici comment s'exprime à ce sujet le lieutenant Finley :

« Il (le tornado) n'en a pas dû pomper beaucoup, si même il en a pompé quelque peu; mais, par l'action de ses gyrations terribles, il doit avoir chassé l'eau de côté et d'autre (sur les rives), de manière à mettre un moment à sec le lit de la rivière, ainsi que cela est arrivé sur le *Big-Blue* à Irwing. »

» J'ai montré de même, toujours par les observations des meilleurs agents du *Signal Office*, qu'il n'y a pas trace de mouvements centripètes dans les tornados des États-Unis. Ces observations n'empêchent pas MM. E. Loomis et W. Ferrel de soutenir que les tornados s'alimentent en bas par l'air qui se dirige de tous côtés vers un centre d'aspiration.

» De même, s'il est un fait patent, irrécusable, c'est que les tornados

---

(1) *Recent advances in Meteorology*, systematically arranged in the form of a text-book designed for use in the Signal Service school of instruction at fort Myer; Washington, 1886, p. 301.

descendent des nues jusqu'au sol. On les voit se former dans les nues et pendre quelque temps comme des poches qui s'allongent et se rapprochent du sol, sans exercer au-dessous d'eux (au témoignage même des observateurs du *Signal Office*) *the slightest evidence of its destructive energy*, mais qui, dès qu'ils touchent terre, commencent aussitôt leurs ravages [1]. Les faits sont là, et pourtant les professeurs continuent à enseigner que les tornados sont ascendants, qu'ils partent du sol pour s'élever de là jusqu'aux nues.

» Ainsi les autorités que cite M. Colladon ne font que reproduire d'anciennes idées, d'origine plus que suspecte, avec une confiance que les faits les mieux constatés dans ces derniers temps sont loin de justifier.

» Ces faits bien constatés sont ceux que tout le monde peut trouver dans les rapports des observateurs du *Signal Office*. Je les ai analysés et reproduits dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1886. C'est là, ou mieux dans les Rapports eux-mêmes, et non dans les livres des théoriciens, quelque savants qu'ils soient, qu'il faut chercher la vérité.

» Quant à la très intéressante expérience de M. Colladon, je ne puis que répéter ce que j'ai déjà dit : La figure qu'il en donne dans les *Comptes rendus* montre bien qu'elle n'a qu'un rapport très éloigné avec les trombes et les tornados. »

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur la forme cristalline de la cinchonamine;* par M. C. **Friedel**.

« M. Arnaud a bien voulu me remettre, pour en déterminer la forme, quelques cristaux de l'alcaloïde qu'il a découvert dans certaines variétés de quinquinas.

» Ces cristaux, déposés par refroidissement de la solution alcoolique, se présentent en prismes hexagonaux, terminés par un rhomboèdre; le prisme est tangent sur les arêtes du rhomboèdre. Parfois ce dernier est

---

(1) Il ne faut pas confondre ces phénomènes réguliers où le tornado, avant de toucher terre, est fermé par en bas comme un sac pendillant, avec les faits exceptionnels qui se produisent quand une trombe traverse, en descendant, une couche d'air trop sèche pour que l'air froid descendant y produise, par condensation de la vapeur d'eau, l'enveloppe nuageuse ordinaire. Alors la trombe apparaît *coupée* à partir d'une certaine hauteur, *sur toute sa largeur*, et reste transparente jusqu'au sol sur lequel elle travaille.

modifié par des faces tangentes sur les arêtes culminantes et par d'autres petites facettes, qui, par suite d'une extension anormale de trois faces alternatives du prisme, viennent former une troncature sur l'arête d'intersection de la face du rhomboèdre avec celle du prisme que régulièrement elle ne devrait pas rencontrer et qui est à angle droit avec elle. Ces dernières facettes seraient celles du rhomboèdre inverse e^1.

» Les angles mesurés s'accordent tout à fait avec cette interprétation de la forme. Or, si la cinchonamine avait été uniaxe, il y aurait eu un véritable intérêt à comparer son pouvoir rotatoire moléculaire avec celui qu'auraient dû présenter les cristaux.

» Malheureusement, l'examen optique a montré que cette forme rhomboédrique n'est qu'une apparence et que la cinchonamine doit être classée parmi les substances pseudo-rhomboédriques, rentrant ainsi dans une catégorie déjà nombreuse dont M. Mallard a montré l'importance.

» Lorsqu'on taille des plaques perpendiculaires à l'axe du prisme, ce qui n'est pas très facile à cause de la grande fragilité de la substance, on voit que les lames sont formées de trois secteurs rhombiques de 120°, réunis par deux de leurs côtés et qui s'éteignent dans la lumière parallèle lorsque le plan de polarisation coïncide avec la bissectrice de l'angle obtus des rhombes. En lumière convergente, on voit deux axes peu écartés situés dans le plan g^1 (si l'on considère les secteurs comme limités par les faces m du prisme), présentant le caractère qu'ils ont dans les substances orthorhombiques. La double réfraction est d'ailleurs positive.

» Les cristaux sont donc en réalité orthorhombiques et formés de trois portions maclées suivant les faces m.

» Les faces qui semblaient être celles du rhomboèdre primitif deviennent donc les faces a^1 ; le rhomboèdre équiaxe devient $e_{\frac{1}{2}} = b^1 b^{\frac{1}{2}} g^{\frac{1}{2}}$ et le rhomboèdre inverse devient $x = b^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{4}} g^1$.

» La forme primitive est un prisme orthorhombique dans lequel $mm = 60°$ (normales) et $b : h = 1,6157$:

$a^1 m$	47°39′
$a^1 p$	51° 4′ (calc.)
$e_{\frac{1}{2}} a^1$	42°21′ (calc.)
$e_{\frac{1}{2}} p$	31°45′ (calc.)
$a^1 x$	53°29′, calculé 53°25′
$x p$	68°10′ (calc.)
$x m$	36°42′

Dans deux portions adjacentes de la macle, on a

$$a^1 a^1 = 84^\circ 42'.$$

» Les cristaux ne présentent aucun indice extérieur de leur groupement, et les faces communes $e_{\frac{1}{2}}$ et x sont parfaitement lisses. Les plaques taillées montrent que, si les macles sont parfois régulièrement limitées par les plans m, dans d'autres échantillons, surtout dans ceux prélevés sur de gros cristaux, elles sont terminées assez irrégulièrement et présentent quelquefois quatre plages au lieu de trois, l'une d'entre elles, plus petite, étant alors opposée par le sommet à l'une des trois autres et s'éteignant en même temps qu'elle.

» En raison du faible écartement des axes, on pouvait espérer que, s'il y avait, comme cela arrive pour certaines substances, une variation dans l'angle des axes par l'élévation de la température, la substance deviendrait peut-être uniaxe. On a donc fait monter une plaque dans une monture de cuivre et on l'a chauffée jusqu'à décomposition commençante du baume qui l'entourait, mais l'angle des axes est resté invariable. »

MÉTÉORITES. — *Météorite tombée le* 18/30 *août* 1887 *en Russie, à Taborg, dans le gouvernement de Perm.* Note de M. **Daubrée.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un fragment d'une météorite récemment tombée, que le Comité géologique de la Russie a bien voulu m'offrir par l'obligeant intermédiaire de M. l'Académicien de Karpinsky.

» D'après le récit de M. l'Ingénieur des Mines Tschernichew, qui se trouvait de passage à Perm, au moment où la chute eut lieu, le ciel était pur et sans aucun nuage. Vers 1^h après midi, dans la ville d'Ochansk et dans le village de Taborg qui en est distant de 26^{km}, on entendit un bruit épouvantable, comme un fort coup de canon. Avant de les percevoir, quelques habitants avaient remarqué une vive lumière « avec deux rayons qui semblaient se diriger vers Taborg et Ochansk ». Immédiatement après le bruit, on remarqua un sifflement, tel que celui d'un boulet, qui fut sensible dans un rayon de plus de 6^{km}.

» Dans la ville de Perm, le météore était également signalé comme suivant une trajectoire peu inclinée sur l'horizon et dirigée du nord-est au sud-ouest.

» On croit que la masse éclata en l'air à l'est de la rivière Kama : la

masse principale se dirigea vers Taborg et la plus petite vers Ochansk. La première pesait 115^{kg} et la seconde seulement 0^{kg},880.

» La météorite de Taborg appartient au grand groupe des sporadosidères-oligosidères.

» Dans sa cassure, elle se présente comme une roche d'un gris cendré clair, avec des marbrures un peu plus foncées. On y distingue en abondance de petits globules ou chondres, de diamètre à peu près uniforme. Sa cohésion est assez faible pour qu'on la désagrège facilement sous la pression des doigts. Malgré son aspect entièrement pierreux, le fer natif y est abondant. Il suffit de polir une surface pour le voir apparaître, ce qui explique l'énergique action de la roche sur l'aiguille aimantée. Il est en parcelles de formes très irrégulières qui, dans la cassure, se dissimulent, parce qu'ils sont enveloppés par les silicates.

» Au microscope, une lame mince montre l'association ordinaire du péridot et du pyroxène magnésien; tous deux très actifs sur la lumière polarisée, mais dépourvus de contours cristallins. Comme d'ordinaire, le fer s'est logé dans les interstices des silicates sous des formes ramifiées.

» Sa densité a été trouvée, par M. Stanislas Meunier, de 3,620.

» En attendant l'examen détaillé qui sera fait de cette météorite par M. Tchernichew et son analyse par M. de Nicolajew, on peut dire que la météorite survenue le 18/30 août dernier à Taborg se rapproche beaucoup de celles tombées : le 1er avril 1857 à Hérédia (Costa Rica); le 14 mai 1861 en Espagne, à Canellas (province de Barcelone); le 19 janvier 1867 à Khethree Rajputina (Inde), et le 16 août 1875 à Feid Chair, près de la Calle (Algérie). »

PHYSIQUE. — *Sur un rapport simple entre les longueurs d'onde des spectres.* Note de M. A.-E. Nordenskiöld.

« Il y a déjà un certain nombre d'années que j'ai trouvé un rapport mathématique simple entre les longueurs d'onde des spectres de divers éléments, savoir que dans ces spectres les différences entre les logarithmes des longueurs d'onde pour chaque élément particulier sont souvent de simples multiples du même nombre. Le défaut d'ouvrages nécessaires, — je me livrais à cette étude pendant un hivernage dans les régions arctiques, — m'empêcha de terminer mes recherches, d'autant plus que l'extrême abondance de raies, qui distingue les spectres de la plupart des

éléments, les rendent peu propres à résoudre la question de savoir si la position des raies entre elles est réellement soumise à une simple loi mathématique ou non.

» Dans mes recherches sur le poids atomique de l'oxyde de gadolinium ([1]), j'ai été amené à reprendre ce sujet, surtout parce qu'il me semblait que le spectre d'absorption des terres rares, grâce à un nombre suffisant de raies pour la plupart convenablement espacées, devait être particulièrement propre à examiner s'il y avait là un rapport mathématique analogue à celui que je pense avoir trouvé entre les raies des spectres des étincelles électriques de divers éléments, et si ce rapport même dépendait d'une loi naturelle ou simplement d'une coïncidence apparente entre les chiffres calculés et les chiffres observés. Or il se trouve que les quarante raies d'absorption que MM. Gerhard Krüss et L.-F. Nilson ont présentées dans leur Mémoire : *Études sur les spectres d'absorption de terres rares* (en

---

([1]) *Comptes rendus*, 1886, 2e semestre, p. 795. L'exactitude du résultat auquel je suis arrivé dans cet article a été contestée par M. Rammelsberg (*Sitzungsberichte der Akad. der Wissenschaften* zu Berlin, juin 1887), qui s'appuie sur l'ensemble des observations, récentes et anciennes, faites sur le poids atomique du mélange de métaux d'yttrium qui se présente dans la gadolinite, l'euxénite, la xénotime, la fergusonite, la samarskite, etc. Or j'ai montré par de nouvelles expériences publiées dans *Ofversigt af Köngl. Vetenskaps-Akademiens Förhandl.* pour 1887, que les déterminations les plus divergentes citées par M. R. dépendent d'observations fautives. Si on les élimine, les chiffres fournis par M. R. font voir également que, *tandis que le poids atomique des différentes terres ou oxydes entre lesquelles on répartit désormais l'ancienne yttria varie entre* **136** *et* **194**, *le poids atomique du mélange correspondant des terres qui se rencontre dans la nature ne varie que de* **258** *à* **271**, c'est-à-dire qu'il ne s'éloigne que de 2,50 pour 100 de la moyenne **265,5**.

Cela seul est déjà très remarquable, mais je suis convaincu que même cette légère divergence ne dépend que de la différence des procédés employés, et que, par conséquent, le mélange de terres qui se présente dans la nature et que j'ai nommé *oxyde de gadolinium a toujours un poids atomique constant.*

Il va sans dire qu'on ne pourra avoir une preuve concluante à cet égard que par une nouvelle série de déterminations exactes, faites *d'après la même méthode*, du poids atomique du mélange de terres appartenant au groupe de la gadolinite et fournies par la gadolinite, l'yttrotantale, la fergusonite, la xénotime, l'euxénite, l'eudialyte, la thorite, l'alvite, la clévéite, le polykrase, la samarskite, la nohlite, la fluoxérite, l'yttrocérite, la monazite, la wöhlérite, l'eukolite, l'yttrotitanite, etc., et cela d'autant de provenances différentes qu'il sera possible. Or, l'extrême richesse de ces espèces minérales, que nous avons au Muséum royal de Stockholm, nous a permis d'entreprendre cette étude. Dès que ces travaux seront terminés, j'espère pouvoir donner une réponse définitive à la question si importante dont il s'agit ici.

suédois dans *Ofvers. af K. Vet.-Akad. Förh.*, n° 6, 1887; en allemand dans *Berichte der deutsch. chemischen Gesellschaft,* XX, p. 2134; 1887) peuvent se répartir en deux groupes présentant, chacun et naturellement, ce fait que les différences des logarithmes des longueurs d'onde sont des multiples simples du même nombre, ou, ce qui revient au même, que les longueurs d'onde des diverses raies d'absorption peuvent s'exprimer par la formule

$$\lambda = a^n k,$$

ou

$$\log\lambda = \log k + n \log a = k_1 + n\Delta,$$

où a (ou Δ) et k (ou k_1) sont, pour chaque groupe, des constantes caractéristiques et n un nombre entier. Les Tableaux suivants montrent comment les chiffres calculés à l'aide de la formule ci-dessus concordent avec les chiffres observés. Ces Tableaux indiquent : dans la première colonne, la longueur d'onde observée A; dans la deuxième colonne, la longueur d'onde calculée B; dans la troisième colonne, la différence A — B. C'est cette colonne qui montre en quelle mesure les chiffres calculés et les chiffres observés concordent entre eux.

» La quatrième colonne indique log B.

» La cinquième colonne indique la différence entre deux log B consécutifs.

TABLEAU I. — *Spectres d'absorption des solutions nitratées des terres rares.*
$\Delta = 0,002557$.

A.	B.	A — B.	log B.	Différence.
728,3	728,8	— 0,5	2,86261	
				0,00767 = 3Δ
716,4	716,0	+ 0,4	2,85494	
				0,00511 = 2Δ
708,0	707,7	+ 0,4	2,84983	
				0,01790 = 7Δ
679,4	679,1	+ 0,3	2,83193	
				0,01535 = 6Δ
654,7	655,5	— 0,8	2,81658	
				0,01023 = 4Δ
640,4	640,3	+ 0,1	2,80635	
				0,01022 = 4Δ
626,1	625,4	+ 0,7	2,79613	
				0,03325 = 13Δ
579,3	579,3	— 0,1	2,76289	
				0,00256 = Δ
575,4	575,9	— 0,5	2,76033	
				0,01279 = 5Δ
558,6	559,2	— 0,6	2,74754	
				0,01278 = 5Δ
542,6	542,9	— 0,3	2,73476	
				0,00256 = Δ
539,9	539,8	+ 0,1	2,73220	
				0,00255 = Δ
536,3	536,6	— 0,3	2,72965	
				0,00256 = Δ
533,6	533,4	+ 0,2	2,72709	
				0,00256 = Δ

A.	B.	A — B.	log B.	Différence.
530,0	530,3	— 0,3	2,72453	0,00767 = 3Δ
521,5	521,0	+ 0,5	2,71686	0,00511 = 2Δ
514,6	514,9	— 0,3	2,71175	0,00256 = Δ
512,2	511,9	+ 0,3	2,70919	0,01023 = 4Δ
500,4	500,0	+ 0,4	2,69896	0,01022 = 4Δ
488,8	488,3	+ 0,5	2,68873	0,00255 = Δ
485,5	485,5	± 0,0	2,68618	0,00767 = 3Δ
476,9 (1)	477,0	— 0,1	2,67851	0,00256 = Δ
474,5	474,2	+ 0,3	2,67595	0,00512 = 2Δ
469,0	468,6	+ 0,4	2,67083	0,00511 = 2Δ
463,2	463,2	± 0,0	2,66572	0,01023 = 4Δ
452,6	452,4	+ 0,2	2,65549	0,00767 = 3Δ
445,1	444,5	+ 0,6	2,64782	0,01023 = 4Δ
434,0	434,1	— 0,1	2,63759	0,01789 = 7Δ
416,7	416,6	+ 0,1	2,61970	0,00768 = 3Δ
409,0	409,3	— 0,3	2,61202	

TABLEAU II. — *Spectre d'absorption des solutions nitratées des terres rares.*
$\Delta = 0,003944$.

A.	B.	A — B.	log B.	Différence.
690,5	690,2	+ 0,3	2,83900	0,00394 = Δ
684,0	684,0	± 0,0	2,83506	0,06310 = 16Δ
591,5	591,5	± 0,0	2,77196	0,05128 = 13Δ
525,2	525,6	— 0,4	2,72068	0,00197 = $\frac{1}{2}\Delta$
523,1	523,3	— 0,2	2,71871	0,03550 = 9Δ
482,0	482,2	— 0,2	2,68321	0,01577 = 4Δ
465,0	465,0	± 0,0	2,66744	0,01972 = 5Δ
444,7	444,4	+ 0,3	2,64772	0,01578 = 4Δ
428,5	428,5	± 0,0	2,63194	

» Une seule des quarante raies citées dans le Mémoire en question ($\lambda = 531,3$) ne se ramène pas à l'un de ces deux groupes.

» Si l'on examine la troisième colonne, qui donne la différence entre les chiffres observes (A) et les chiffres calculés (B), on verra que l'accord qu'ils présentent entre eux est tout à fait satisfaisant. La différence ne dépasse qu'en quatre cas un dixième pour 100 de la longueur d'onde (ou environ 0,5 de la mesure employée ici).

(1) Le Tableau de MM. Krüss et Nilson indique cette longueur d'onde = 477,7. Leurs propres observations donnent cependant les chiffres 476,5, 477,0, 477,0, 477,0.

» Ce qui suit montre que cet accord ne dépend pas de ce qu'on pourrait appeler un sophisme de calcul.

» La différence entre la plus grande valeur et la plus petite pour λ dans le spectre indiqué ci-dessus est de $728,3 - 409,0 = 319,3$. D'autre part, la différence entre les logarithmes correspondants est égale à

$$0,25059 = 98 \times \text{la différence } (\Delta),$$

avec laquelle log B croît dans le premier Tableau. D'où l'on peut calculer que, si les longueurs d'onde étaient réparties sans règle fixe entre ces limites extrêmes, il n'y en aurait probablement que $\frac{98}{319}$ ou environ $\frac{1}{3}$ dans le champ d'une erreur de $\pm 0,5$ qui rempliraient la condition posée ici, savoir que la différence entre le logarithme de la longueur d'onde et le logarithme de 728,3 fût un multiple plein de Δ, et si l'on considère que la différence entre deux logarithmes consécutifs de λ dans le spectre en question n'est généralement pas Δ, mais de 2 à 13Δ, il faut que le chiffre qui indique le nombre probable de coïncidences fortuites soit encore réduit d'environ la moitié, c'est-à-dire à $\frac{1}{6}$. Cette condition est remplie dans le Tableau I par $\frac{26}{40}$ ou environ les $\frac{2}{3}$ de toutes les quarante longueurs d'ondes. Forment exception :

» 1° Les neuf raies que renferme le Tableau II ;

» 2° Les raies $\lambda = 654,7$, $\lambda = 626,1$ et $\lambda = 558,6$, qui, il est vrai, se rapportent au Tableau I, mais où la différence entre la longueur d'onde observée et celle qui a été calculée dépasse néanmoins un peu 0,5.

» 3° La raie citée $\lambda = 531,3$ qui ne s'adapte ni au Tableau I ni au Tableau II.

» *L'accord entre les longueurs d'onde observées et celles qui ont été calculées est donc double ici, ou, si l'on tient compte de grandes interruptions dans le spectre, quatre fois plus grand que l'accord qui aurait pu dépendre d'une circonstance fortuite.*

» Il faut ajouter qu'à une seule exception près toutes les raies qui ne se ramènent pas au Tableau I se ramènent sans difficulté, et avec un bon accord entre les chiffres calculés et les chiffres observés, au Tableau II, auquel s'applique la même loi qu'au Tableau I, sauf que là

$$\Delta = 0,003944.$$

» Comme je l'ai dit au commencement de cette Note, je crois avoir trouvé depuis longtemps que, pour les spectres d'étincelles de certains

corps simples, les différences entre les logarithmes des longueurs d'onde de différentes raies spectrales forment des multiples du même nombre. Celui-là seul cependant qui s'est occupé de déterminations exactes d'analyse spectrale et est ainsi habitué à bien évaluer les erreurs d'observations et auquel ses expériences donnent quelques points de vue pour répartir en groupes les spectres surabondants en raies, celui-là seul, dis-je, doit pouvoir parfaitement étudier dans le sens indiqué les riches éléments d'observations que nous avons ici. Cela m'a été d'autant moins possible qu'après mon retour des derniers voyages arctiques mon temps a été absorbé par d'autres travaux. Mais, avant de quitter ce sujet, je veux confirmer par les Tableaux suivants que pour les spectres à étincelles également, au moins dans nombre de cas, les différences des logarithmes des longueurs d'onde forment des multiples du même nombre.

» Ces Tableaux indiquent, comme les précédents : A la longueur d'onde observée (¹) et B la longueur d'onde calculée, en admettant que

$$\log\lambda = R_1 + n\Delta.$$

La troisième colonne (A — B) montre la différence entre la longueur d'onde observée et celle qui a été calculée, et ainsi de suite. Cette colonne nous représente, elle aussi, d'une manière visible, l'accord qui existe entre la théorie et l'observation.

TABLEAU III. — *Hydrogène.* $\Delta = 0,008166$.

A.	B.	A — B.	log B.	Différence.
656,2	656,4	— 0,2	2,81716	
				0,13065 = 16Δ
486,1	485,9	+ 0,2	2,68651	
				0,04900 = 6Δ
434,0	434,0	± 0,0	2,63751	
				0,02450 = 3Δ
410,1	410,2	— 0,1	2,61301	

TABLEAU IV. — *Lithium.* $\Delta = 0,04085$.

A.	B.	A — B.	log B.	Différence.
670,52	670,49	+ 0,03	2,82639	
				0,04085 = Δ
610,20	610,30	— 0,10	2,78554	
				0,12255 = 3Δ
460,27	460,25	+ 0,02	2,66299	

(¹) Pour l'hydrogène, d'après la détermination de A.-J. ANGSTRÖM, *Recherches sur le spectre solaire*, Upsala, 1868; pour le reste, d'après ROB. THALÉN, *Mémoire sur la détermination des longueurs d'onde des raies métalliques* (*Nova Acta Societ. Scient. upsaliensis*, sér. III, vol. VI, fasc. II, 1868).

TABLEAU V. — *Rubidium.* $\Delta = 0,00316$.

A.	B.	A — B.	log B.	Différence.
629,65	629,62	+ 0,03	2,79908	0,00633 = 2Δ
620,40	620,51	— 0,11	2,79275	0,00316 = Δ
616,00	616,01	— 0,01	2,78959	0,00633 = 2Δ
607,00	607,10	— 0,10	2,78326	0,10444 = 33Δ
477,60	477,33	+ 0,27	2,67882	0,01899 = 6Δ
456,95	456,91	+ 0,04	2,65983	0,00158 = ½Δ
455,10	455,25	— 0,15	2,65825	0,03481 = 11Δ
420,20	420,18	+ 0,02	2,62344	

TABLEAU VI. — *Magnésium.* $\Delta = 0,000907$.

A.	B.	A — B.	log B.	Différence.
552,74	552,89	— 0,15	2,74264	0,02812 = 31Δ
518,30	518,23	+ 0,07	2,71452	0,00090 = Δ
517,20	517,15	+ 0,05	2,71362	0,00046 = ½Δ
516,67	516,61	+ 0,06	2,71316	0,04181 = 45Δ
470,35	470,27	+ 0,08	2,67235	0,01089 = 12Δ
458,65	458,63	+ 0,02	2,66146	0,00997 = 11Δ
448,10	448,22	— 0,12	2,65149	

TABLEAU VII. — *Arsenic.* $\Delta = 0,001056$.

A.	B.	A — B.	log B.	Différence.
616,95	616,95	± 0,00	2,79025	0,00423 = 4Δ
611,00	610,97	+ 0,03	2,78602	0,00633 = 6Δ
602,15	602,13	+ 0,02	2,77969	0,02748 = 26Δ
565,10	565,21	— 0,11	2,75221	0,00739 = 7Δ
555,80	555,68	+ 0,12	2,74482	
(549,80)	»	»	»	0,01796 = 17Δ
533,15	533,15	± 0,00	2,72686	

» Des sept raies de l'arsenic, six suivent la loi indiquée ici ; mais l'avant-dernière ne peut pas être enregistrée dans la série sans admettre une erreur d'observation considérable.

TABLEAU VIII. — *Or.* $\Delta = 0,001183$.

A.	B.	A — B.	log B.	Différence.
627,65	627,65	± 0,00	2,79772	0,02248 = 19Δ
596,00	595,99	+ 0,01	2,77524	
(595,50)	»	»	»	0,0945 = 8Δ
583,60	583,16	+ 0,44	2,76579	0,04732 = 40Δ
523,00	522,96	+ 0,04	2,71847	0,03786 = 32Δ
479,20	479,30	— 0,10	2,68061	

» Ici également il y a *une* raie qui fait exception, et, à *une* autre, la divergence entre le chiffre observé et le chiffre calculé est passablement considérable (0,44).

» Citons encore le Tableau suivant pour montrer comment se comporte un spectre où se présente un certain nombre de raies très rapprochées et où, par conséquent, il est nécessaire d'admettre une faible valeur pour Δ. Mais il faut remarquer que, lorsque les longueurs d'onde sont si rapprochées qu'il faut admettre $\Delta < 0,00050$, la différence entre $a^n k$ et $a^{n+1} k$ ne sera que de 0,5 si $\lambda = 420$, et de 0,8 si $\lambda = 660$. Ce n'est donc qu'en présence d'observations très exactes que, dans ce domaine, on peut décider si les raies spectrales suivent notre loi, ou s'il s'agit seulement ici d'une pure coïncidence de chiffres.

Tableau IX. — *Carbone.* $\Delta = 0,00052$.

A.	B.	A — B.	log B.	Différence.
658,30	658,30	± 0,00	2,81842	0,00052 = Δ
657,75	657,51	+ 0,24	2,81790	0,06240 = 120 Δ
569,41	569,51	— 0,10	2,75550	0,00260 = 5 Δ
566,09	566,11	— 0,02	2,75290	0,00104 = 2 Δ
564,65	564,75	— 0,10	2,75186	0,00052 = Δ
563,86	564,08	— 0,22	2,75134	0,02080 = 40 Δ
537,90	537,70	— 0,20	2,73054	0,01872 = 36 Δ
515,02	515,01	+ 0,01	2,71182	0,00052 = Δ
514,42	514,40	+ 0,02	2,71130	0,00104 = 2 Δ
513,30	513,17	+ 0,13	2,71026	0,08008 = 154 Δ
426,60	426,76	— 0,16	2,63018	

» Les exemples que je viens de citer doivent suffire, me semble-t-il, pour montrer que, au moins dans les spectres de certains corps simples, les différences entre les logarithmes des longueurs d'onde de chaque élément sont de simples multiples du même nombre. Il n'est encore nullement prouvé que cette loi soit générale, c'est-à-dire qu'elle s'applique aux spectres de tous les corps, mais il me semble vraisemblable qu'en poursuivant ces études on verra de deux choses l'une : ou les spectres de tous les corps simples suivent complètement la loi en question, ou bien ils se partagent en groupes plus ou moins indépendants où cette loi s'applique. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les volcans des îles Havaï.* Extrait d'une Lettre de M. J. DANA à M. Daubrée.

« Après avoir consacré, dans ma jeunesse, trois années à des voyages sur l'océan Pacifique, je me suis décidé subitement à visiter de nouveau les îles Havaï. Il ne faut pas moins de quinze jours pour y parvenir de New-Haven, dont sept de navigation à vapeur.

» Mon temps a été très utilement employé à Kilauea et d'autres lieux volcaniques. Devant rendre compte de mes observations dans les prochaines livraisons de l'*American Journal*, je n'entrerai pas ici dans des détails.

» La liquidité des laves est merveilleuse.

» Un des faits les plus remarquables, relatifs aux phénomènes volcaniques de cette région, consiste en ce que les éruptions n'apportent aucun indice de la participation de l'eau salée. Les sels des cavernes de température très élevée et des solfatares n'ont fourni jusqu'à présent, autant que je le sache, aucun chlorure; mais le sulfate de soude y est très commun.

» La surface de la montagne reçoit une grande quantité d'eau de pluie et en hiver un peu de neige. Cette eau s'infiltre en partie dans le sol, de manière à former des sources abondantes le long du rivage. L'eau salée n'a aucune chance de parvenir, sauf à une profondeur plus grande que celle où pénètre l'eau douce. Comme l'eau douce est aussi efficace que l'eau salée dans la production des phénomènes volcaniques et qu'elle descend très bas, sous l'influence de la pesanteur, je ne vois pas pourquoi nous chercherions à faire de l'introduction de l'eau salée un agent important dans l'histoire des volcans. Telle est la vue à laquelle j'ai été conduit par l'étude de cette masse volcanique insulaire.

» Je doute fort que l'on trouve de l'acide carbonique parmi les émanations. Nous avons vu des flammes sur un petit lac de laves, mais seulement dans les parties les plus tranquilles, où la croûte qui couvrait la plus grande partie du lac s'était brisée et laissait les gaz se dégager; ces flammes très pâles, verdâtres plutôt que bleuâtres, avaient de $0^m,30$ à 1^m de hauteur. Les laves étaient bouillantes et éclaboussaient à quelques mètres. »

M. **Daubrée**, en communiquant cette Lettre à l'Académie, ajoute :

« L'opinion à laquelle arrive, après des études approfondies dans lesquelles, à l'âge de 75 ans, il vient de donner une nouvelle preuve de son dévouement à la Science et de son énergie, un aussi éminent observateur que M. James Dana, sera accueillie avec satisfaction par les géologues qui voient dans l'eau d'infiltration le moteur des phénomènes volcaniques, sans faire intervenir nécessairement une collaboration de la mer.

» Par exemple, l'existence, au pied des volcans d'Auvergne, du grand lac tertiaire de la Limagne m'a toujours paru les avoir mis dans les mêmes conditions générales que les volcans actuellement situés sur les lignes littorales. L'observation témoigne ici dans le même sens que l'expérimentation. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Recherches sur les météorites. Conclusions générales.* Note de M. **J. Norman Lockyer**, présentée par M. Janssen.

« I. Tous les corps célestes qui brillent d'eux-mêmes sont composés ou de météorites individuelles, ou de vapeurs provenant de la condensation des météorites.

» II. Les spectres de tous les corps dépendent de la chaleur des météorites, produite par des collisions, et de l'intervalle moyen entre ces météorites; ou, quand les météorites sont condensées, de la période qui s'est écoulée depuis la vaporisation complète.

» III. La température des vapeurs provenant des collisions dans les nébuleuses qui n'ont pas C et F, mais d'autres raies brillantes dans les comètes loin du périhélie, est à peu près celle de la flamme de Bunsen.

» IV. La température des vapeurs provenant des collisions dans les étoiles telles que α Orion est à peu près celle de la flamme de Bessemer.

» V. La courbe de la température croissante des météorites individuelles et du refroidissement de la masse de vapeur qui succède et les phénomènes qui l'accompagnent s'énonce ainsi :

SUCCESSION D'ESPACE ET DE TEMPÉRATURE.

De froid à chaud. — Des agrégations minces aux épaisses.

	Spectre de l''intervalle. H.	Spectre de l''intervalle. C.	Spectre de l''intervalle. Rayonnement.	Spectre de la vapeur du météorite. Absorption.	Spectre des météorites. Rayonnement.
Nébuleuses (sans F).........	Rien.	Rien.	Mg(500) ± 495	Rien.	Continu, faible.
Les comètes de 1866 et 1867..	Rien.	Rien.	Mg(500)		
Nova Cygni après la collision.	Rien.	Rien.	Mg(500)		
Les étoiles avec des raies brillantes (sans F)............	Rien.	»	»	»	
	Rien.	Rien.	Fe Mn	Bande large 475	
Nébuleuses (avec F).........	H	Rien.	Mg(500) ± 495	Rien.	
Étoiles avec des raies brillantes (avec F).................	H	Rien.	Fe Mn	D et *b* et d'autres lignes de bandes.	Continu.
Comètes sous les conditions moyennes de collision......	Rien.	C	Mg (*b*)	Rien.	Continu.
Comètes à périhélie	Rien.	C	Des lignes de météorites.	(?)	
Des étoiles, classe III *a*	Rien.	C	»	Des cannelures (*flutings*) et des lignes de météorites.	Continu avec éclat.
Les agrégations mêlées : R *Geminorum*.............	H	C	Des lignes de météorites.	Des lignes de météorites.	»
Nova Orionis.............. (au maximum)...........	H	C	»	Des cannelures et des lignes de météorites.	»
Condensation :					
Les étoiles, Classes I et II....	Continu.	»	»	Des lignes de haute température des éléments présents dans les météorites.	Le rayonnement des météorites individuelles cède maintenant au rayonnement de la masse intérieure vaporeuse et puis consolidée de l'agrégation condensée.
Refroidissement :					
Des étoiles, Classe II, le Soleil inclus .... Des étoiles de Classe III *b*....	Continu.	»	»	*k* en excès. Des cannelures du carbone.	

» VI. La lumière donnée par ces agrégations à chaque température croissante dépend du nombre de météorites présentes, c'est-à-dire que la différence dépend de la quantité et non de l'intensité de la lumière.

» VII. La distinction entre étoiles, comètes et nébuleuses n'a aucun fondement physique.

» VIII. Le rapport entre l'intervalle moyen des météorites et leur surface incandescente constitue une différence de la plus haute importance et les spectres en dépendent.

» IX. Quand l'intervalle entre les météorites individuelles est très grand, la ténuité des gaz provenant des collisions sera telle qu'un spectre lumineux ne sera pas produit (nébuleuses et étoiles sans F). Quand l'intervalle n'est pas aussi grand, la ténuité des gaz sera réduite, et les vapeurs dans l'intervalle nous donneront des lignes brillantes (nébuleuses et étoiles avec F brillant). Quand l'intervalle est relativement petit et la température des météorites individuelles plus haute, en conséquence, la prépondérance du spectre des intervalles diminuera et la vapeur incandescente autour de chaque météorite se fera voir par l'absorption du spectre continu que donnent ces météorites mêmes.

» X. Les détails les plus brillants dans les nébuleuses spirales et dans celles où une rotation a commencé sont probablement dus aux courants de météorites qui ont des mouvements irréguliers venant des grands courants où les collisions ne seraient presque rien. M. le professeur G. Darwin a déjà suggéré, employant l'hypothèse gazeuse, que dans de telles nébuleuses la grande masse du gaz n'est pas lumineuse, la luminosité étant un signe de condensation sur les lignes de moindre vélocité, d'après une loi connue d'Hydrodynamique. De ce point de vue, on peut regarder les nébuleuses visibles comme un diagramme lumineux de ces propres lignes de courant (*stream-lines*).

» XI. Les nouvelles étoiles vues sans ou avec des nébuleuses proviennent de la collision des météorites, les lignes brillantes étant des lignes d'éléments dont le spectre est le plus brillant à une température basse.

» XII. La plupart des étoiles variables qu'on a observées appartenant à cette classe de corps que je suggère maintenant sont des météorites non pas condensées ou des étoiles condensées dans lesquelles une masse centrale existe plus ou moins solide. Dans quelques-unes de ces étoiles qui ont des périodes régulières, il semble que la variation est due en partie à

des agrégations de météorites qui se meuvent autour d'un corps brillant ou sombre, la lumière maxima se montrant au périastrum.

» XIII. Le spectre d'hydrogène qu'on voit dans les nébuleuses semble provenir d'une excitation faible électrique, comme il arrive dans les comètes avec le spectre de carbone. On voit des changements subits d'un spectre à l'autre dans le spectre des météorites dans les tubes quand on passe un courant électrique et l'on peut toujours produire le changement de H à C par un plus grand échauffement des météorites.

» XIV. Les météorites proviennent de la condensation des vapeurs produites par des collisions. Les petites particules s'accroissent au moyen de la fusion aussi produite par les collisions et elles continuent à s'accroître jusqu'à ce que les météorites soient assez grandes pour s'écraser par collisions quand la chaleur du choc ne suffit pas à produire la volatilisation de toute la masse.

» XV. Commençant avec des météorites d'une composition moyenne, les formes extrêmes, les fers et les pierres, seraient enfin produits comme le résultat de collisions.

» XVI. Dans le temps historique, nous n'avons aucun exemple (registre) d'un « monde brûlant » (*world on fire*) ou de la collision de masses de matière aussi grandes que la Terre, sans parler de masses aussi grandes que le Soleil; mais la distribution de météorites dans l'espace indique que de telles collisions forment une partie intégrale dans l'économie de la nature. Le nombre des corps sujets à de telles collisions est relativement petit.

XVII. *Des applications solaires*. α. On peut reproduire assez exactement (dans quelques parties du spectre presque ligne pour ligne) le spectre du Soleil, en faisant une photographie composée de spectres à la température de l'arc voltaïque de plusieurs météorites pierreuses choisies au hasard entre des pôles météoriques de fer.

» β. Le carbone, qui premièrement faisait partie des météorites dont la condensation a produit le Soleil, s'est dissocié par la haute température provenant de cette condensation.

» γ. Les lignes de carbone, que j'ai découvertes en 1874 (*Proc. R. S.*, vol. XXVII, p. 308), continueront lentement à s'accroître en intensité jusqu'à ce qu'on arrive au temps où la plus grande absorption sera celle de carbone, à cause de la réduction de température de la couche la plus absorbante. C'est dans cet étage que nous trouvons à présent les étoiles de classe III *b* de la classification de Vogel.

» 8. A présent, il semble probable que, parmi les changements les plus importants qui se font dans le spectre solaire, sont l'élargissement de la ligne K et le rétrécissement des lignes d'hydrogène. »

M. Ch. Naudin fait hommage à l'Académie, par l'entremise de M. Bornet, d'un Volume portant pour titre : « Manuel de l'acclimateur, ou choix de plantes recommandées pour l'Agriculture, l'Industrie et la Médecine, et adaptées aux divers climats de l'Europe et des pays tropicaux »; par *Ch. Naudin* et le baron *Ferd. von Muller*.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de M. le vice-amiral *Cloué*, portant pour titre : « Sur le filage de l'huile; son action sur les brisants de la mer; etc., 3e édition. » (Présentée par M. Jurien de la Gravière.)

2° Deux volumes publiés à Rio-de-Janeiro par M. le Dr *V. Saboia*, sous le titre : « Clinica cirurgica do hospital da Misericordia, ou Liçôes professadas durante os annos de 1873 a 1879 ». (Présentés par M. Verneuil.)

3° La vingt-cinquième et la vingt-sixième année des « Causeries scientifiques » de M. *H. de Parville*.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète d'Olbers* (1815,1), *à son retour de* 1887, *faites à l'équatorial de* 0m,38 *de l'observatoire de Bordeaux, par MM.* G. Rayet *et* F. Courty. Note de M. G. Rayet, présentée par M. Mouchez.

Comète d'Olbers.

Dates. 1887.	Temps moyen de Bordeaux. h m s	Ascension droite apparente. h m s	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente. ° ′ ″	Log. fact. parallaxe.	Étoiles de comp.	Observ.
Sept. 8.....	15.33.12,4	9.37. 2,96	—$\bar{1}$,678	59.47. 1,0	—0,787	*a*	G. R.
9.....	16. 9.19,9	9.41.53,20	—$\bar{1}$,689	59.47. 1,0	—0,751	*b*	F. C.
10.....	16.19.33,7	9.46.39,98	—$\bar{1}$,689	59.47.28,8	—0,741	*c*	G. R.
15.....	16.25.42,0	10.10.48,53	—$\bar{1}$,689	59.58.37,3	—0,738	*d*	G. R.
18.....	16.28.56,7	10.25.33,77	—$\bar{1}$,687	60.12.14,0	—0,740	*e*	G. R.
19.....	16.27.18,5	10.30.29,56	—$\bar{1}$,686	60.18. 7,2	—0,743	*f*	G. R.
21.....	16.23.30,9	10.40.21,20	—$\bar{1}$,685	60.31.32,0	—0,753	*g*	F. C.
23.....	16.28.38,1	10.50.17,32	—$\bar{1}$,684	60.47.27,9	—0,747	*h*	F. C.
24.....	16.33.23,6	10.55.16,86	—$\bar{1}$,683	60.56.21,4	—0,745	*i*	F. C.
25.....	16.10.18,8	11. 0.10,42	—$\bar{1}$,679	61. 5.42,4	—0,769	*j*	F. C.

Position moyenne des étoiles de comparaison pour 1887,0.

Étoiles.	Autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
a........	Weisse₂, H. 9, n° 828.	9.41. 5,43	+0,05	59.53.11,0	+7,5
b........	Id.	9.41. 5,43	+0,07	59.53.11,0	+7,7
c........	Id.	9.41. 5,43	+0,08	59.53.11,0	+7,8
d........	Weisse₂, H. 10, n° 161.	10. 9.49,27	+0,05	60. 7.42,4	+7,5
e........	Weisse₂, H. 10, nᵒˢ 545 et 546.	10.29.25,89	+0,02	60.18.33,8	+7,1
f........	Id.	10.29.25,89	+0,04	60.18.33,8	+7,3
g........	Weisse₂, H. 10, nᵒˢ 706 et 708.	10.36.38,70	+0,04	60.35.31,4	+7,2
h........	Observ. Bonn, VI + 29° — 2103.	10.48.22,22	+0,03	60.52.48,1	+7,0
i........	Weisse₂, H. 10, n° 1187.	11. 0.46,68	0,00	60.59.38,1	+6,5
j........	Weisse₂, H. 10, n° 1222.	11. 2.23,66	+0,01	61. 6.37,1	+6,6

ASTRONOMIE. — *Éléments provisoires de la planète* (270); calculés par M. E. Viennet. (Présenté par M. Mouchez.)

« Cette planète a été découverte par M. Peters, à Clinton (États-Unis), le 11 octobre 1887.

» Nous n'avions à notre disposition que les observations faites du 11 au 26 octobre. Les éléments ci-dessous sont basés sur les observations faites à Clinton le 11 octobre, à Rome le 18, et à Dusseldorf le 26.

Époque.....................	T = 1887, novembre 22,5, temps moyen de Paris.	
Anomalie moyenne.........	$M = 39^\circ.\ 7'.\ 6''$	
Longitude du périhélie......	$\pi = 345.\ 51.57$	Éclipt. et Éq. moyens 1887,0
Longitude du nœud ascendant.	☊ = 256. 43. 5	Éclipt. et Éq. moyens 1887,0
Inclinaison de l'orbite.......	$i = 2.\ 11.17$	Éclipt. et Éq. moyens 1887,0
Excentricité = sin φ.........	$\varphi = 8.\ 2.59$	
Moyen mouvement diurne ...	$\mu = 1143'',14$	
Log. demi grand-axe........	$\log a = 0,32794$	

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations solaires faites à Rome, pendant le premier trimestre de l'année* 1887. Lettre de M. P. Tacchini à M. le Président.

« Rome, 18 novembre 1887.

» J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie le résumé des observations solaires faites à Rome pendant le troisième trimestre de 1887. Pour les taches.

et les facules, le nombre des jours d'observations a été de 82, savoir 28 en juillet, 28 en août et 26 en septembre. La série est donc bien comparable à la précédente, dont j'ai rendu compte à l'Académie en juillet 1887.

1887.	Fréquence relative des taches.	Fréquence relative des jours sans taches.	Grandeur relative des taches.	Grandeur relative des facules.	Nombre des groupes de taches par jour.
Juillet...........	5,07	0,18	25,25	14,11	1,68
Août............	4,60	0,36	23,53	14,29	1,32
Septembre.......	2,47	0,50	15,75	9,23	0,56

» On constate donc une augmentation dans le phénomène des taches solaires, car les nombres des taches et des groupes et leur extension relative sont plus grands que dans le trimestre précédent. Cependant on doit noter que, à la suite du minimum secondaire du mois de mars, le phénomène des taches a augmenté progressivement jusqu'en juillet, puis il a diminué jusqu'au mois de septembre; pendant ce dernier mois, le nombre des jours sans taches a été considérable en effet, comme en mars. Quant aux facules, on ne trouve pas d'alternatives aussi marquées; on pourrait dire, au contraire, que les facules ont conservé leur fréquence et leur extension presque constantes pendant les trois trimestres de 1887.

» Voici les résultats des observations sur les protubérances :

1887.	Nombre des jours d'observations.	Protubérances. Nombre moyen.	Protubérances. Hauteur moyenne.	Protubérances. Extension moyenne.
			″	°
Juillet...........	27	9,8	49,4	1,9
Août............	24	9,4	45,9	2,0
Septembre.......	17	9,5	44,2	2,0

» Les nombres de protubérances solaires sont donc plus grands que dans le trimestre précédent. La plus grande hauteur, dans les protubérances, a été observée le 2 juillet; elle était de 150″.

» La série des observations des protubérances ne montre pas la succession de périodes de fréquence journalière maxima et minima que nous avons fait remarquer pour les taches, ce qui indique une relation plus intime entre les protubérances et les facules. »

PASSAGE DE VÉNUS DE 1874. — *Application d'une nouvelle méthode de discussion aux résultats obtenus par les Missions françaises.* Note de M. **Obrecht**, présentée par M. Cornu.

« On sait [1] que, si l'on représente par D la distance des centres du Soleil et de Vénus à l'instant t, par A, V, T trois constantes se rapportant à une station, et par $f(t)$ une correction très petite, on a

$$D = \sqrt{A^2 + V^2(t-T)^2} + f(t). \tag{1}$$

» Cette formule indique que la loi de succession des valeurs de D, en fonction de t, est très sensiblement représentée par une branche d'hyperbole dont les trois constantes A, V, T définissent la forme et la position.

» Le calcul de la parallaxe du Soleil comprend alors deux opérations distinctes : 1° on détermine, pour chaque station, à l'aide des mesures de distances qui s'y rapportent, les valeurs les plus probables des trois constantes ; 2° on compare ensuite les valeurs de la plus courte distance A obtenues aux différentes stations, et l'on en déduit la parallaxe cherchée; les deux autres constantes V, T donnent aussi des comparaisons utiles.

1° Si l'on adopte, pour la parallaxe, une valeur provisoire (soit $\pi = 8'',86$), on peut, à l'aide des Tables du Soleil et de Vénus, calculer des valeurs approchées de A, V, T; soient alors δA, δV, δT les erreurs possibles des résultats obtenus et δD_c l'erreur correspondante de la distance D_c calculée pour l'instant t; on a, d'après la formule (1) et en négligeant l'erreur de $f(t)$,

$$\delta D_c = \frac{A}{D}\delta A + \frac{V(t-T)^2}{D}\delta V + \frac{V^2(t-T)}{D}\delta(t-T). \tag{2}$$

» Les deux époques t, T sont exprimées en temps moyen de Paris; mais on observe, en réalité, dans chaque station, le temps moyen du lieu t'; on a donc, en désignant par L la longitude Est de la station considérée,

$$t = t' - L \qquad \text{et} \qquad \delta(t-T) = -\delta(T+L).$$

» Si l'on pose alors, pour simplifier,

$$t - T = \tau, \qquad A = D\sin u, \qquad V\tau = D\cos u, \tag{3}$$

---

[1] *Comptes rendus*, t. CIV, p. 560.

la formule (2) devient

$$\delta D_c = \sin u\, \delta A + \tau \cos u\, \delta V - \cos u\, V\, \delta(T + L). \tag{4}$$

» Le premier membre de cette relation ne représente pas encore la différence entre les distances observée et calculée, car les résultats des mesures d'épreuves ne sont pas exprimés directement en secondes d'arc.

» Chaque épreuve donne, en effet, la distance des centres Δ et la somme des rayons Σ du Soleil et de Vénus, exprimées à l'aide d'une unité arbitraire; si l'on désigne alors par D_0 la distance correspondante en secondes d'arc, par S la somme des rayons fournie par les Tables et par Σ_m la moyenne des valeurs de Σ obtenues dans la station considérée, on peut écrire $D_0 = \Delta \frac{S}{\Sigma_m}$; d'où l'on déduit $\delta D_0 = \Delta \delta\left(\frac{S}{\Sigma_m}\right) = \frac{D_0}{S} \Sigma_m\, \delta\left(\frac{S}{\Sigma_m}\right) = \frac{D_0}{S} \delta K$, en posant $\delta K = \Sigma_m\, \delta\left(\frac{S}{\Sigma_m}\right)$. On voit que l'erreur δK peut dépendre à la fois d'une erreur δS sur S et d'une erreur $\delta \Sigma_m$ de la moyenne adoptée Σ_m.

» Enfin, si l'on tient compte des relations (3), on aura

$$\delta D_0 = \sin u \frac{A}{S} \delta K + \tau \cos u \frac{V}{S} \delta K.$$

» Par suite, D_0 et D_c étant les distances observée et calculée, on a

$$\left\{\begin{aligned} D_0 - D_c = \delta D_c - \delta D_0 = {} & \sin u\left(\delta A - \frac{A}{S} \delta K\right) \\ & + \tau \cos u\left(\delta V - \frac{V}{S} \delta K\right) - \cos u\, V\, \delta(T + L). \end{aligned}\right. \tag{5}$$

» En résumé, on dispose, dans chaque station, d'un nombre d'équations de condition, telles que (5), égal au nombre des épreuves mesurées; on en déduira, par la méthode des moindres carrés, les valeurs les plus probables des trois inconnues, qui sont ici les expressions entre parenthèses.

» *Exemple des calculs numériques relatifs à la station de Saint-Paul.* — Dans cette station, les épreuves ont été particulièrement bonnes; elles sont, de plus, très nombreuses et réparties à peu près également sur toute la durée du phénomène : on verra effectivement que les erreurs résiduelles sont très petites. On trouve, à l'aide des Tables du Soleil et de Vénus, les valeurs suivantes de A, V, T :

$$A = -837'',67, \qquad V = 250'',19, \qquad T = 16^h,3315$$

(l'heure est l'unité de temps pour V; T est exprimé en temps de Paris).

» On calcule alors, en appliquant la formule (1), les valeurs de la distance des centres pour les différentes époques où l'on a obtenu des épreuves [1].

---

[1] Les résultats des mesures ont été empruntés au Tome III (3e Partie) des Mé-

» On trouve ainsi :

Numéros des épreuves mesurées.	D_0.	D_c.	$D_0 - D_c$.	sin u.	τ cos u.	cos u.	$D_0 - D_c$ calculé.	Résidus.
	"	"	"				"	"
XXIV...	924,1	919,4	+4,7	−0,907	+0,623	−0,412	+5,2	−0,5
XXVIII.	921,9	916,7	+5,2	−0,909	+0,604	−0,405	+5,2	0,0
XXIX...	921,1	916,1	+5,0	−0,910	+0,601	−0,404	+5,2	−0,2
XXIX...	920,9	915,9	+5,0	−0,910	+0,598	−0,403	+5,1	−0,1
XXX....	920,2	914,6	+5,6	−0,911	+0,588	−0,400	+5,1	+0,5
XLVII..	866,0	862,8	+3,2	−0,967	+0,197	−0,238	+4,2	−1,0
XLVIII.	866,7	861,5	+5,2	−0,967	+0,188	−0,235	+4,2	+1,0
XLIX...	862,1	857,5	+4,6	−0,972	+0,156	−0,211	+4,1	+0,5
XLIX...	861,6	857,1	+4,3	−0,972	+0,154	−0,211	+4,1	+0,2
1.....	851,1	846,9	+4,2	−0,984	+0,072	−0,146	+3,8	+0,4
1.....	850,6	846,8	+3,8	−0,985	+0,071	−0,145	+3,8	0,0
5.....	843,9	840,6	+3,3	−0,993	+0,022	−0,081	+3,6	−0,3
6.....	843,3	840,2	+3,1	−0,994	+0,020	−0,075	+3,5	−0,4
10.....	841,0	837,7	+3,3	−0,996	+0,000	+0,002	+3,2	+0,1
10.....	841,2	837,8	+3,4	−0,996	+0,000	+0,006	+3,2	+0,2
38.....	883,2	881,0	+2,2	−0,948	+0,334	+0,306	+2,6	−0,4
40.....	891,2	889,1	+2,1	−0,940	+0,393	+0,333	+2,4	−0,3
40.....	892,2	889,5	+2,7	−0,939	+0,400	+0,333	+2,4	+0,3
41.....	893,3	890,8	+2,5	−0,937	+0,407	+0,334	+2,4	+0,1
44.....	903,0	900,4	+2,6	−0,928	+0,480	+0,363	+2,4	+0,2
45.....	911,3	908,4	+2,9	−0,919	+0,537	+0,385	+2,4	+0,5
48.....	935,7	933,8	+1,9	−0,895	+0,719	+0,438	+2,4	−0,5

» La méthode des moindres carrés donne les résultats suivants

$$\delta A - \frac{A}{S}\delta K = -3'',26 \pm 0'',12,$$

$$\delta V - \frac{V}{S}\delta K = +1'',3 \pm 0'',3,$$

$$V\,\delta(T+L) = +3'',5 \pm 0'',2 \quad \text{ou} \quad \delta(T+L) = +50^s \pm 5^s.$$

» *Remarque importante.* — On peut obtenir la valeur de $\delta(T+L)$ en se servant des observations de contact. Soient t_1, t_2 les époques calculées de deux contacts symétriques; δt_1, δt_2 les différences entre l'observation et le calcul; on démontre aisément

---

moires relatifs au passage de Vénus. Chaque épreuve ayant été mesurée deux fois, en général, on a adopté pour D_0 la moyenne des valeurs obtenues par les observateur ayant mesuré les mêmes épreuves. Les valeurs des distances calculées D_c sont les mêmes que celles qu'on trouve dans le Mémoire de M. Puiseux [*Recueil de nombres...* (*Connaissance des Temps* de 1878, p. 130 et 131)].

la formule suivante, qui est une conséquence de (1),

$$\delta(T+L)=\frac{\delta t_1+\delta t_2}{2}.$$

» En appliquant cette formule aux contacts internes observés à Saint-Paul, on trouve

$$\frac{\delta t_1+\delta t_2}{2}=\delta(T+L)=\begin{cases}+50^s \text{ pour les observations de M. Mouchez,}\\ +47^s \quad\text{»}\quad \text{de M. Turquet.}\end{cases}$$

» La concordance, on le voit, est très remarquable.

» 2° *Calcul de la parallaxe.* — On peut obtenir la correction $\delta\pi$ de la parallaxe adoptée provisoirement, en comparant entre elles les valeurs de $\left(\delta A-\frac{A}{S}\delta K\right)$ obtenues dans les différentes stations.

» Soit, en effet, A_0 la valeur de A qui se rapporte à un observateur supposé placé au centre de la Terre; on a

$$A=A_0+a\pi \qquad \text{et} \qquad \delta A=\delta A_0+a\delta\pi,$$

d'où l'on déduit

$$(6) \qquad \left(\delta A-\frac{A}{S}\delta K\right)=a\,\delta\pi+\delta A_0-\frac{A}{S}\delta K=a\,\delta\pi+\delta Z,$$

en posant

$$\delta Z=\delta A_0-\frac{A}{S}\delta K.$$

» La quantité δZ est sensiblement invariable, car δA_0 est une constante et $\frac{A}{S}\delta K$ conserve sensiblement la même valeur pour les différentes stations.

» En appliquant cette formule (6) aux quatre stations où l'on a observé le passage, on trouve les quatre conditions suivantes :

$$-1{,}239\,\delta\pi+\delta Z=-3'',26\pm0'',12 \qquad \text{Saint-Paul,}$$
$$+0{,}192\,\delta\pi+\delta Z=-3'',1\ \pm1'',0 \qquad \text{Nouméa,}$$
$$+2{,}315\,\delta\pi+\delta Z=-3'',4\ \pm0'',3 \qquad \text{Nangasaki,}$$
$$+2{,}374\,\delta\pi+\delta Z=-3'',4\ \pm1'',0 \qquad \text{Pékin.}$$

» De ces quatre équations, on déduit

$$\delta\pi=-0'',06\pm0'',06.$$

» La parallaxe adoptée provisoirement étant $\pi=8'',86$, on en conclut

$$\pi=8'',80\pm0'',06. \text{ »}$$

THERMODYNAMIQUE. — *Sur la transmission mécanique de la chaleur d'un volume d'air à un autre.* Note de M. DE **MONTGRAND**, présentée par M. Cornu. (Extrait.)

« Sir W. Thomson, dans un Mémoire publié dans les *Proceedings of the Phil. Soc. of Glasgow* (vol. VIII, p. 269; décembre 1852) et intitulé *On the economy of heating and cooling of buildings by means of currents of air*, avait soulevé deux problèmes d'un haut intérêt. Le dernier a déjà reçu une solution absolument satisfaisante au point de vue de la justesse de la conception de M. Thomson; mais elle laisse à désirer du côté économique.

» L'auteur du présent Mémoire, réunissant ces deux problèmes en une seule question bilatérale, se demande s'il est possible de faire passer mécaniquement de la chaleur d'un volume d'air dans un autre. La solution de cette question ainsi posée est doublement intéressante. D'une part, en effet, la chaleur était impondérable : sa *transmission en elle-même* ne peut donner lieu à l'exercice d'aucun travail mécanique; d'autre part, il est évident que, si cette transmission est pratiquement possible, l'air comprimé et dépouillé de la chaleur dégagée par sa compression, en se détendant, devra absorber une quantité de chaleur égale et, par suite, produire du froid dans le milieu où s'opérera sa détente, tandis que l'air raréfié et surchargé d'une chaleur qui ne lui appartient pas, en revenant à sa tension première dans un autre milieu, s'y dépouillera nécessairement de sa chaleur d'emprunt et, par suite, le chauffera.

» Pour résoudre ce double problème, M. de Montgrand, dans une première Partie de son Mémoire, se livre à un examen attentif des faits rapportés par le Dr Joule sur les six expériences dont il est l'auteur et qu'il a décrites dans son Mémoire de juin 1844, publié dans le *The L. E. and D. Phil. Mag.*, may 1845, vol. XXVI, n° 174, et par MM. Thomson et Joule sur les treize expériences faites par eux conjointement et extraits par M. E. Verdet des *Transactions de la Société royale d'Edimbourg*, vol. XX, p. 289, et des *Phil. Trans. of the Royal Society of London*, vol. CXLIV, p. 321, 1864; il s'attache d'abord à faire ressortir l'accord parfait qui existe entre les résultats de ces expériences et les règles suivantes de la Thermodynamique postérieurement établies, qu'il appliqua ensuite à l'interprétation de certains phénomènes connus de dilatation dans le vide ou de détente brusque dans l'air.

» 1° Entre la chaleur et le travail de même signe l'équivalence est complète.

» 2° Les effets calorifiques et mécaniques exclusivement moléculaires de la compression et ceux de la dilatation d'un gaz sont de signes contraires.

3° Les effets calorifiques dus aux frottements des organes qui produisent ces changements de volume de n'importe quel sens sont toujours positifs.

» 4° Les changements de volume positifs ou négatifs d'un gaz et la chaleur positive ou négative qui en résulte sont toujours réglés par les obstacles ou les facilités que rencontrent soit ces changements de volume, soit les quantités de chaleur qui leur correspondent.

» En faisant à la pesanteur l'application de cette dernière loi, l'auteur du Mémoire constate qu'elle constitue un obstacle permanent à la dilatation de tout gaz, ainsi qu'à l'émission de toute chaleur provenant de la compression d'un autre gaz, et, par la même raison, qu'elle apporte une aide continue à cette compression du dernier, ainsi qu'à l'absorption de chaleur qui accompagne la dilatation du premier.

» Ces résultats bien établis, l'auteur, dans une seconde partie, les applique aux machines à faire le froid par l'air comprimé. Examinant les expériences, au nombre de plus de mille, poursuivies pendant deux années consécutives par M. Coleman, de Glasgow, au moyen de ses grandes machines réfrigérantes, ainsi que les faits qui s'y rapportent relevés par leur auteur, M. de Montgrand en déduit que le travail actif de la détente sur un piston, comme il fallait s'y attendre d'après les lois de la Thermodynamique, diminue la puissance absorbante, et par suite réfrigérante, de cette détente précisément dans la mesure du travail positif qu'elle opère. Ce résultat est d'ailleurs entièrement conforme à ceux des expériences de M. Hirn sur la vapeur.

» Dans une troisième Partie, l'auteur du Mémoire rend compte de diverses expériences qui lui sont propres, sur les quantités de chaleur dégagées par l'air comprimé ou absorbées par l'air dilaté. Des faits qu'il y observe il résulte d'abord qu'une quantité considérable de chaleur, même sous la seule pression de la pesanteur et *a fortiori* par suite de la compression d'un volume d'air enveloppant, est absorbée par un second volume d'air enveloppé mécaniquement dilaté qui la restitue ensuite en reprenant sa tension initiale; puis qu'un refroidissement non moins considérable se manifeste lorsqu'un volume d'air dépouillé de la chaleur dégagée par sa compression revient librement à la tension atmosphérique.

» Ces expériences, qui, par leurs résultats, confirment pleinement les déductions qu'il avait entrevues et exposées dans son préambule, suggèrent à l'auteur un procédé simple et économique, qu'il décrit dans un appendice, pour produire, partout où besoin est, le chauffage ou le refroidissement des édifices, au moyen d'une aération mécanique à volonté chaude ou froide. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur une application de l'électricité à l'étude des phénomènes oscillatoires, et particulièrement du roulis et du tangage.* Note de M. **E. Gimé**, présentée par M. Edm. Becquerel.

« La détermination fréquente de la durée et de l'amplitude des oscillations du roulis et du tangage constitue une nécessité de l'art de la construction navale.

» Les oscillations du roulis n'étant isochrones que pour de petites amplitudes, l'application de la formule $T = \sqrt{\frac{I}{P(r-a)}}$, où T est la durée d'une oscillation, I le moment d'inertie du navire autour d'un axe longitudinal, P le déplacement et $(r - \alpha)$ la hauteur du métacentre transversal correspondant à de petites inclinaisons au-dessus du centre de gravité, au calcul de leurs durées, ne peut être faite rationnellement que pour celles ne dépassant pas 4° à 5°.

» L'étude de la relation existant entre les plus grandes amplitudes et leurs durées est très difficile à effectuer.

» L'appareil dont j'ai l'honneur d'entretenir l'Académie est destiné à faciliter l'étude des phénomènes dont il vient d'être question.

» Mon système a pour objectif la représentation graphique, et automatiquement obtenue, de la relation existant entre l'amplitude des oscillations et la durée; il décrit, en conséquence, une courbe caractéristique dont les abscisses représentent la durée T de l'oscillation en secondes ou fractions de seconde, et les ordonnées, la valeur correspondante de l'amplitude exprimée en degrés ou fractions de degré.

» Ce système repose sur les bases suivantes : dans un rhéostat divisé en un certain nombre de parties égales, placé dans le circuit d'une pile alimentant un solénoïde, les oscillations, soit qu'elles soient dans une phase ou dans l'autre, ont pour résultat d'intercaler ou de mettre hors circuit un nombre, proportionnel à leur amplitude, des divisions de ce rhéostat.

» Aux variations de résistance du circuit correspondent des variations relatives de la valeur I du courant dans le circuit, conformément à la loi de Ohm, exprimée par la formule $I = \frac{E}{R}$. Aux variations de I dans le solénoïde correspondront nécessairement des différences d'attraction de celui-ci sur son noyau selon $\frac{I^2}{1 + SI}$.

» Le noyau, sous l'influence d'une force antagoniste au solénoïde, constante, se déplacera dans un sens ou dans l'autre, selon que les moments de l'oscillation auront eu pour effet de retrancher ou d'ajouter à la valeur R du circuit. L'amplitude de déplacement du noyau sera proportionnelle à l'amplitude oscillatoire ayant déterminé ce déplacement.

» Le mouvement du noyau qui est solidaire d'un style, aura lieu parallèlement aux génératrices d'un cylindre destiné à recevoir l'inscription de la courbe; ce cylindre sera animé d'un mouvement rotatif autour de son axe, d'une vitesse afférente au degré de précision que l'on voudra obtenir dans les courbes.

» La position d'équilibre stable du navire détermine la position d'un conducteur mobile sur les divisions du rhéostat, telle que ce dernier soit divisé en deux parties égales, dont une est hors circuit. A la valeur de I déterminée par la constante R correspond la position du style sur l'ordonnée 0° du cylindre ; cette ordonnée 0° représentant le moment de l'oscillation où le navire, passant par son état stable, occupe le milieu du cylindre.

» A chaque oscillation, le nombre des divisions du rhéostat est successivement diminué et augmenté, selon que le moment de l'oscillation représente une inclinaison à bâbord ou à tribord, et le style se mouvant sur le cylindre déterminera la production d'une courbe comprise entre les ordonnées dont les degrés correspondent aux angles d'inclinaison du navire. Les abscisses indiqueront la durée du phénomène.

» La courbe, décomposable en toutes ses parties, permettra de déterminer la vitesse afférente à chacun des moments du mouvement oscillatoire. On pourra en déduire l'intégration de l'accélération par degré d'amplitude, au moyen d'un coefficient propre à chaque navire.

» L'appareil destiné à transmettre les actions à l'enregistreur peut être réalisé de diverses manières; voici une des plus pratiques : un tube en verre creux, courbé circulairement, reçoit dans sa cavité intérieure une barre métallique fixée longitudinalement, selon une génératrice de la

paroi, et une série de contacts soudés dans le verre suivant une génératrice externe, mais émergeant dans la capacité du tube, isolés les uns des autres et de la barre métallique, reliés d'autre part aux divisions du rhéostat.

» Une connexion électrique mobile est établie entre les contacts et la barre, au moyen d'une certaine quantité de mercure introduite dans l'intérieur du tube et reposant dans la partie la plus basse de celui-ci.

» Cet appareil (rendu solidaire des mouvements oscillatoires à étudier et mis à l'abri des mouvements complexes), dont l'axe de courbure serait supposé coïncidant avec celui autour duquel se produisent les oscillations, recevra par le fait de ces dernières un mouvement rotatif autour de cet axe, qui produira un changement de position des contacts du rhéostat (proportionnel à l'angle d'inclinaison du navire) par rapport à la connexion établie par le mercure, qui, en raison de la pesanteur, demeurera dans une position invariable dans le plan le plus bas du tube.

» L'enregistreur peut être placé à proximité ou à distance du transmetteur.

» Ainsi que le titre de cette Note l'indique, l'application de mon système n'est pas particularisée au cas qui vient de faire l'objet de cette Communication, mais peut être étendue à la généralité des phénomènes oscillatoires. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un dérivé bleu de la morphine.* Note de MM. **P. Chastaing** et **E. Barillot**, présentée par M. Fremy.

« Dans une Note précédente (1), on a établi la formation de dérivés de la morphine, répondant aux formules $C^{28}H^{34}Az^2O^8$, $C^{30}H^{38}Az^2O^{10}$, $C^{32}H^{42}Az^2O^{12}$, formés par l'action des acides oxalique, malonique, succinique, sur la morphine en présence de l'acide sulfurique; d'autres agents déshydratants, le chlorure de zinc par exemple, produisent aussi cette réaction.

» De ces trois composés dérive par oxydation ménagée un produit unique bleu, cristallisé; on le désignera sous le nom de *bleu de morphine*.

» Trois composés analogues aux produits dont on a donné les formules ci-dessus se forment également lorsqu'on remplace la morphine par la codéine; ils donnent par oxydation un produit bleu cristallisé.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CV, n° 20.

» Pour obtenir le *bleu de morphine*, on dissout dans la potasse caustique l'un des dérivés dont nous avons donné la formule, on laisse ce mélange au contact de l'air, ou mieux on y fait passer un courant d'air. Au bout d'un jour ou deux, lorsque la liqueur n'absorbe plus d'oxygène, elle est neutralisée par l'acide chlorhydrique dont il faut ajouter un léger excès; des flocons bleus précipitent; ils sont recueillis, lavés, séchés dans le vide. Lorsqu'ils sont secs, on les broie avec du sable fin et l'on épuise ce mélange par du chloroforme bouillant.

» Ce dissolvant s'empare de la matière colorante bleue, qu'il laisse déposer en cristaux par évaporation spontanée.

» En même temps que se forme le bleu de morphine, des acides gras prennent naissance, entre autres de l'acide formique.

» La formule du bleu de morphine séché à 120°-125° est (at.)

$$C^{26}H^{22}Az^2O^4;$$

il conserve 1^{mol} d'eau lorsqu'il n'a été séché qu'à 100°. Sa formule est alors $C^{26}H^{22}Az^2O^4 + H^2O$.

» L'analyse élémentaire de ces produits a donné :

	Bleu de morphine			
	séché à 120°-125°.		séché à 100°.	
	Trouvé.	Calculé.	Trouvé.	Calculé.
C	73,32	73,24	70,95	70,27
H	5,23	5.16	5,25	5,40
Az	6,38	6,57	6,25	6,30

» Le volume d'oxygène absorbé par les trois dérivés primitifs pendant la formation du bleu de morphine a été déterminé exactement. Chaque molécule de ces produits absorbe $2O^2$ pour fournir 1^{mol} de bleu de morphine.

» La formation du bleu de morphine constitue, pour déceler des traces de morphine, une réaction d'une sensibilité extrême; on en retrouve des traces même en présence de matières organiques.

» *Propriétés*. — Le bleu de morphine est parfaitement bien cristallisé en prismes légèrement obliques, à base carrée, rouges par transparence, bleus par réflexion, sans action sur la lumière polarisée.

» Ces cristaux sont fusibles en un liquide bleu à une température très élevée. Ils sont insolubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool, très solubles dans l'éther; cette solution est rouge par transparence, rouge

violacée par réflexion; elle éteint les radiations jaunes et vertes du spectre.

» Le bleu de morphine est très soluble dans le chloroforme, qu'il colore en bleu pur.

» Les liqueurs alcalines enlèvent le bleu de morphine à ses dissolutions éthérées ou chloroformiques, en se colorant en bleu. Ce dérivé se combine en effet aux alcalis pour donner des sels dont les dissolutions sont bleues et peu altérables à l'air. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une base butylénique et sur les caractères d'une classe de diamines*. Note de M. **Albert Colson**.

« La fixation des butylènes sur l'aniline peut se faire, soit par l'intermédiaire du noyau aromatique, soit par l'intermédiaire de l'azote de l'aniline.

» Les composés du premier groupe, quoique moins importants que leurs isomères, offrent cependant quelques particularités intéressantes relativement à leur séparation d'avec les autres bases et à leur action sur les réactifs colorés : ce sont ceux qui prennent naissance quand on chauffe un mélange de bromure butylénique et d'aniline.

» 10^{gr} de bibromure isobutylénique (bouillant à 147°-149°), dissous dans 40^{cc} d'aniline, sont portés à l'ébullition pendant dix minutes ; l'aniline en excès est chassée par distillation dans le vide ; le bromhydrate d'aniline, qui maintient la masse solide, est enlevé par un lavage à l'eau froide ; il reste alors une masse visqueuse, insoluble dans l'eau, formée de la base butylénique souillée d'aniline.

» *Bromure*. — Pour effectuer la séparation complète des deux bases, on reprend la masse par une solution chaude d'acide bromhydrique. Il se forme aussitôt des cristaux blancs, que l'on jette sur un filtre et qu'on lave avec de l'eau acidulée par le gaz bromhydrique.

» Ces cristaux répondent à la composition d'un bromhydrate de diphénylbutylène diamine $C^4H^8(AzC^6H^6)^2, 2HBr$:

	Trouvé.	Théorie.
Br pour 100	39,2	39,75
C »	47,02	47,70
H »	5,63	5,48

» Ce bromure commence à fondre à 122°, en se décomposant. Il est soluble dans cinq fois son poids d'eau bouillante et dans le double d'eau

froide environ. L'eau le décompose partiellement, si elle ne renferme pas un excès d'acide. Dans l'alcool, sa solubilité est environ deux fois plus grande que dans l'eau ; elle est nulle dans l'éther.

» *Bases.* — Les alcalis décomposent totalement ce bromhydrate et en séparent une huile incolore, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther et le chloroforme, d'une saveur amère et brûlante; elle est exempte de brome et se colore en brun dès qu'on la met en contact avec l'acide azotique, même étendu; sa densité est voisine de 1.

» Cette huile constitue la butylène-diphényl-diamine, car, par l'acide bromhydrique, elle régénère le bromure primitif.

» *Chlorure.* — Au contact de l'acide chlorhydrique en solution aqueuse, la base se dissout et donne, par évaporation, des cristaux mamelonnés blancs qui bleuissent à l'air, fondent à 98, sont solubles dans dix fois leur poids d'eau froide ; ils paraissent altérables par l'eau, car ils ne se déposent que lentement et au bout de plusieurs heures, d'une solution sursaturée.

» *Acétate.* — La base butylénique se dissout dans l'acide acétique et donne, par évaporation de l'excès d'acide, un corps visqueux, soluble dans l'eau, qui semble être incristallisable.

CARACTÈRES DES DIAMINES SECONDAIRES AROMATIQUES A GROUPEMENT ÉTHYLÉNIQUE.

» 1° *Action sur les réactifs colorés.* — En solution aqueuse, la base butylénique n'agit sur aucun réactif coloré; en solution alcoolique, elle ne rougit pas sur la phtaléine, mais elle décolore le méthyl orange : c'est donc une base très faible. Or, j'ai déjà eu l'honneur de signaler à l'Académie que l'éthylène diphényl-diamine découverte par M. Hoffmann, ainsi que son homologue l'éthylène ditolyl-diamine antérieurement décrite, n'altèrent pas la phtaléine et agissent sur le méthyl orange (orangé n° 3, Poirrier).

» Ces deux bases étant aussi des diamines secondaires, il semble que :

» *Une diamine secondaire aromatique à groupement éthylénique se distingue des amines primaires, telles que l'aniline, la toluidine, etc., par la propriété de ne pas agir sur la phtaléine, tandis que sa basicité est accusée par le méthyl orange.*

» Ajoutons que, plus le poids moléculaire augmente, plus le caractère basique diminue. Ainsi les bases butyléniques agissent plus lentement sur le méthyl orange que leurs homologues inférieurs.

» *Réactions chimiques.* — Le bromhydrate de l'amine butylénique, traité à 0° par le nitrite de soude, donne un précipité jaune fusible vers 90°. Ce précipité est, soit un dérivé azoïque, soit un dérivé nitrosé. Dans le premier

cas, la base serait un dérivé diamidé $C^4H^8(C^6H^4, AzH^2)^2$; dans le second cas, la base serait bien la diamine secondaire que nous avons décrite.

» Pour trancher la question, j'ai mis le corps jaune en contact avec des phénols en solution alcaline; dans ces conditions, un dérivé azoïque eût fourni des matières colorantes, ce qui n'a pas eu lieu. Le corps fusible à 90° est donc bien un dérivé nitrosé; et, par suite, la base étudiée est bien une amine secondaire (¹). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la vitesse de formation des éthers.* Note de M. N. Menchoutkine, présentée par M. Friedel.

« Pour préciser les lois de la formation des éthers composés, je me suis appliqué à déterminer la vitesse de cette réaction dans des conditions plus rigoureuses que celles de mes premières expériences.

» La réaction choisie pour cette étude est l'action de l'anhydride acétique sur les alcools suivant l'équation

$$(C^2H^3O)^2O + R.HO = C^2H^3RO^2 + C^2H^4O^2.$$

» L'étude préliminaire eut pour but de déterminer si la réaction est totale et non réversible. Des mélanges d'anhydride acétique avec les alcools furent chauffés à 100° pendant un temps suffisant, et la marche de la réaction fut déterminée en décomposant par l'eau et en dosant l'acide acétique formé. Dans le cas de la formation totale de l'éther acétique, l'acide acétique résultant forme la moitié de la quantité que peut fournir l'anhydride acétique employé. Ces essais montrèrent qu'avec la plupart des alcools la réaction est en réalité totale.

» Quoique l'action de l'anhydride acétique sur les alcools, dans les conditions ci-dessus indiquées, procède très régulièrement, néanmoins le milieu change pendant la réaction, ce qui s'effectue avec un changement notable de volume. Les essais montrent que l'augmentation de volume est la plus petite pour l'alcool méthylique et devient plus grande pour les alcools éthylique, propylique et isobutylique. Le mélange de ce dernier alcool avec l'anhydride acétique montre la plus grande augmentation de volume pour les alcools indiqués.

» Pour atténuer l'influence de changement de volume, on a déterminé

(¹) Travail fait à l'École Polytechnique, laboratoire de M. Gal.

les constantes de vitesse en présence de 15^{vol} de benzine pure et sèche pour 1^{vol} du mélange d'anhydride acétique et des alcools pris en quantités moléculaires. Le mélange préparé, on le transvasait dans de petits tubes en verre tarés, que l'on scellait à la lampe, et, ayant déterminé le poids des mélanges soumis à l'expérience, on les mettait dans un bain de glycérine chauffé à 100° et dont la température était parfaitement constante. On retirait les tubes du bain après des intervalles déterminés en comptant le temps avec un chronomètre. Le dosage de l'anhydride acétique, effectué comme il a été dit plus haut, indique la marche de la réaction.

» Pour calculer les constantes des vitesses on a eu recours à l'équation différentielle bien connue pour les réactions bimoléculaires

$$\frac{dx}{dt} = C(A-x)(B-x).$$

Dans cette équation, A et B présentent les quantités des substances avant la transformation, x la quantité transformée pendant le temps t. Dans les conditions de l'expérience, A est égal à B, car les quantités des deux substances sont moléculaires; c'est pourquoi, en intégrant l'équation différentielle et mettant x et t égaux à zéro, on obtient l'équation

$$\frac{x}{A-x} = CAt.$$

Cette équation donne la constante C, en partant de la transformation effectuée x pour un temps quelconque t.

» Les constantes de vitesses pour la formation des éthers acétiques de divers alcools que je donne sont les moyennes de plusieurs expériences concordantes, x variant entre 0 et 90 pour 100 d'alcool transformé en éther. La dernière colonne du tableau contient les constantes de vitesse rapportées à la constante de vitesse de l'alcool méthylique, faite égale à 100.

Alcools primaires.

		Constantes de vitesses.	
CH^4O	Alcool méthylique	0,1053	100
C^2H^6O	» éthylique	0,0505	47,9
C^3H^8O	» propylique	0,0480	45,6
$C^4H^{10}O$	» butylique normal	0,0465	44,1
$C^4H^{10}O$	» isobutylique	0,0401	38,1
$C^7H^{16}O$	» heptylique normal	0,0393	37,3
$C^8H^{18}O$	» octylique normal	0,0377	35,8

		Constantes de vitesses.	
$C^{14}H^{30}O$	Alcool tétradécylique normal.......	0,0291	27,6
$C^{16}H^{34}O$	» hexadécylique normal.......	0,0269	25,5
$C^{18}H^{38}O$	» octodécylique normal.......	0,0245	23,2
$C^{30}H^{62}O$	» mélissique.................	0,0174	16,5
$C^{3}H^{6}O$	» allylique...................	0,0287	27,2
$C^{4}H^{8}O$	» α-méthylallylique..........	0,0267	25,3
$C^{7}H^{8}O$	» benzylique.................	0,0280	26,6

Alcools secondaires.

$C^{3}H^{8}O$	Alcool isopropylique.............	0,0148	14,1
$C^{4}H^{10}O$	Méthyléthylcarbinol..............	0,0123	11,6
$C^{8}H^{18}O$	Méthylhéxylcarbinol (alcool caprylique)........................	0,00916	8,7
$C^{5}H^{10}O$	Méthylallylcarbinol...............	0,00643	6,1

Alcool tertiaire.

$C^{4}H^{10}O$	Triméthylcarbinol................	0,00091	0,8

» Les éthers des alcools tertiaires, des phénols, de l'alcool propargylique, ainsi que de quelques alcools secondaires non saturés, sont décomposés par l'acide acétique à la température de l'expérience, de sorte que la réaction employée ne pouvait donner les constantes de la formation de leurs éthers.

» Les constantes de vitesse de la formation des éthers des alcools donnent lieu à tirer les conclusions suivantes :

» 1. L'alcool méthylique présente la plus grande constante de vitesse parmi tous les alcools.

» 2. Les constantes de vitesses diffèrent en raison de l'isomérie des alcools : toutes choses égales d'ailleurs, les plus grandes constantes de vitesse appartiennent aux alcools primaires (de 48 à 16); après elles viennent les constantes de vitesse des alcools secondaires (de 14 à 6); les constantes de vitesse des alcools tertiaires sont très petites.

» 3. Dans les classes des alcools primaires, secondaires ou tertiaires, les constantes de vitesse varient selon l'isomérie de leurs radicaux hydrocarbonés.

» 4. Dans les séries des alcools homologues de structure analogue, l'augmentation du poids moléculaire abaisse la constante de vitesse. La diminution homologique de la constante est la plus grande dans la

série des alcools primaires normaux; elle est différente pour les autres séries d'alcools.

» 5. Les séries des alcools non saturés possèdent des constantes plus petites que les alcools saturés ayant la même teneur en atomes de carbone. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la composition chimique d'une eau-de-vie de vin de la Charente-Inférieure.* Note de M. **Ed.-Charles Morin**, présentée par M. Friedel.

« Dans un Mémoire précédent [1], publié en collaboration avec M. Ed. Claudon, nous avons indiqué les résultats d'une analyse effectuée sur un cognac des Charentes. Les recherches n'avaient pu porter que sur la portion contenant les alcools supérieurs, et notre travail avait dû se borner à la détermination des proportions des alcools propylique, isobutylique, butylique normal et amylique contenus dans cet échantillon.

» L'alcool butylique normal et l'acide butyrique contenus en quantités considérables dans ce cognac devaient en rendre la qualité suspecte; aussi n'avions-nous pas hésité, nous fondant sur des expériences personnelles, à admettre que la levure elliptique [2] n'était pas l'organisme générateur de cet alcool et de cet acide, mais qu'il fallait attribuer leur production à un autre agent, peut-être le *Bacillus butylicus* qui, dans son action sur la glycérine du vin, avait pu leur donner naissance.

» Il était intéressant de pouvoir constater l'absence de l'alcool butylique normal dans les eaux-de-vie faites avec un vin n'ayant subi aucune altération, et ne possédant pas l'odeur désagréable due à l'acide butyrique. Ayant pu me procurer une eau-de-vie fabriquée dans les conditions requises, d'origine certaine et présentant toutes les garanties de pureté désirables, j'ai tenté de pousser la recherche de ses éléments constitutifs aussi loin que possible, étant donnée la faible proportion de quelques-uns d'entre eux.

» L'eau-de-vie qui a servi à ces recherches provient d'un vin sain récolté dans la Charente-Inférieure; le cépage est celui de la Folle-Blanche. Elle avait été fabriquée en 1883 chez M. R. Brillet, à Surgères, de qui je la tiens directement et qui m'a fourni tous les renseignements relatifs à

---

(1) Ed. Claudon et E.-Ch. Morin, *Comptes rendus*, 25 avril 1887.

(2) Ed. Claudon et E.-Ch. Morin, *Comptes rendus*, 18 avril 1887.

sa provenance. Fabriquée avec grand soin et conservée en fût plein depuis cette époque, elle a été soumise à la dégustation, qui a pleinement confirmé sa qualité.

» Le titre de l'eau-de-vie était de 63°,97 à 15°; l'analyse a porté sur 92^{lit}.

» Distillée une première fois dans un appareil à dix plateaux du système Claudon et Morin, elle a été séparée en quatre portions :

» 1° Alcool de tête contenant tous les produits plus volatils que l'alcool éthylique;

» 2° Alcool éthylique à peu près exempt de tout autre produit;

» 3° Alcool de queue contenant tous les produits bouillant au-dessus de l'éthylique;

» 4° Des eaux entièrement dépouillées d'alcool qui ont servi à la recherche des acides libres, du glycol isobutylénique et de la glycérine; elles renferment en outre les principes solubles enlevés au bois du tonneau.

» Le même appareil a servi à soumettre les portions alcooliques à des distillations successives; après deux distillations, les produits les plus volatils sont accumulés dans une portion de 5^{lit} d'alcool de tête; l'alcool éthylique, complètement dépouillé de produits étrangers, forme une portion de 55^{lit}; enfin les produits bouillant au-dessus sont contenus dans une portion de 3^{lit},500; les eaux acides retirées ont été ajoutées à celles de la première opération.

» La pureté de l'alcool éthylique a été constatée par un essai de distillation fait avec un appareil Le Bel et Henninger à 25 boules.

» L'alcool de tête distillé à plusieurs reprises avec cet appareil ne fournit que de l'alcool éthylique; une faible trace d'aldéhyde, caractérisée par sa réaction sur le nitrate d'argent ammoniacal, souille seule les premières portions.

» Quant aux alcools de queue, ils possèdent déjà une odeur amylique caractéristique, leur saveur est particulièrement brûlante; en employant l'appareil à 25 boules, j'en ai séparé, après plusieurs fractionnements, la presque totalité de l'alcool éthylique. Une portion de cet alcool transformé en iodure ne fournit pas autre chose que de l'iodure d'éthyle.

» La portion contenant les alcools supérieurs et autres corps volatils pèse 352^{gr} après séchage sur le carbonate de potassium. Distillée avec un appareil convenable, elle fournit des alcools éthylique et propylique aqueux qu'il est nécessaire de sécher sur la baryte anhydre.

» Un fractionnement minutieux et répété a permis de retirer de cette portion les corps suivants qui ont pu y être dosés :

	gr
Eau	7
Alcool éthylique	130
Alcool propylique normal	25
Alcool isobutylique	6
Alcool amylique	175
Produit donnant la réaction du furfurol et fournissant un chloroplatinate	2
Huile odorante de vin	7

» Restaient les eaux à examiner; elles ont fourni une très faible quantité des acides acétique et butyrique; elles contiennent en outre un liquide visqueux distillable dans le vide; la faible proportion de ce liquide ne permet pas d'en déterminer très exactement la nature, cependant il paraît formé de glycol isobutylénique et de glycérine; le résidu est formé par du tannin, des sels et des matières extractives enlevées au fût de chêne ayant contenu l'eau-de-vie.

» Le Tableau suivant résume la teneur en poids rapportée à 100^{lit} d'eau-de-vie des divers éléments trouvés, et leur comparaison avec les produits de la fermentation de 100^{kg} de sucre par la levure elliptique :

	100^{lit} d'eau-de-vie contiennent :	100^{kg} de sucre ont fourni par fermentation par la levure elliptique.
Aldéhyde	traces	traces
Alcool éthylique	50837^{gr}	50615^{gr}
Alcool propylique normal	$27^{gr},17$	2^{gr}
Alcool isobutylique	$6^{gr},52$	$1^{gr},5$
Alcool amylique	$190^{gr},21$	$51^{gr},0$
Furfurol / Bases	$2^{gr},19$	néant
Huile odorante de vin	$7^{gr},61$	2^{gr}
Acide acétique	traces	»
Acide butyrique	traces	»
Glycol isobutylénique	$2^{gr},19$	»
Glycérine	$4^{gr},38$	»

» Parmi les produits bouillant au-dessus de l'alcool éthylique, remarquons qu'il n'a pas été trouvé d'alcool butylique normal; l'alcool amylique domine et forme plus des $\frac{5}{6}$ des alcools supérieurs. Le furfurol se caractérise très commodément par la coloration rouge que donne l'aniline en présence de l'acide acétique; il peut, par cette réaction, être décelé dans l'eau-de-vie primitive. Une petite quantité d'un corps azoté donnant un chloroplatinate et possédant l'odeur des bases extraites des fuselöls accompagne le furfurol à la distillation.

» Il n'y a pas lieu de s'étonner de trouver une faible quantité de glycérine et de glycol isobutylénique qui, contenus dans le vin, ont été entraînés pendant sa distillation.

» L'huile odorante paraît être l'un des éléments constitutifs du bouquet qu'elle reproduit partiellement quand on la mêle à une grande quantité

d'alcool étendu. Presque dépourvue d'odeur quand on vient de la distiller, son arome se développe rapidement lorsqu'on l'expose à l'action de l'air.

» En résumé, la proportion des alcools supérieurs est donc loin d'être négligeable dans les eaux-de-vie naturelles, et l'on y trouve le furfurol et les bases rencontrés dans les fuselöls. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la production de la peptone par réaction chimique.* Note de M. A. Clermont, présentée par M. Debray.

« Les peptones ont pris une place importante dans la thérapeutique et sont à la veille d'en prendre une plus grande encore dans l'alimentation. Non seulement les peptones préparées au-dessous de 50° avec le suc gastrique sont nutritives, mais elles jouissent aussi du pouvoir digestif; car, même après avoir transformé en peptone cent fois son poids d'albuminoïdes, une bonne pepsine est susceptible d'en digérer au moins encore un poids égal, si l'on ajoute une nouvelle quantité d'eau à la première digestion. Les expériences du professeur Herzen, de Lausanne, ne laissent aucun doute à cet égard.

» A côté de ces peptones, que j'appellerai *médicinales* en raison de leur double valeur *nutritive* et *digestive,* les peptones purement alimentaires et la syntonine, intermédiaire par ses propriétés entre la viande et la peptone, offrent un véritable intérêt. J'ai réussi à obtenir ces deux produits par des procédés très simples.

» I. En soumettant la viande hachée à l'action de l'eau bouillante et acidulée, on a remarqué qu'il se produisait des traces de peptones. En étudiant cette action chimique, j'ai réussi à obtenir la transformation complète de la viande en peptone. Dans un tube scellé à la lampe, on a préalablement introduit 20^{gr} de filet haché menu, 30^{gr} d'eau et $0^{gr},50$ d'acide sulfurique pur. Plusieurs tubes semblables protégés par des manchons de fer fermés à vis sont soumis pendant six heures à la température de 180°, au bain d'huile. Les tubes ouverts après refroidissement donnent issue à quelques produits gazeux et renferment un liquide légèrement coloré en brun et facile à filtrer. Ce liquide, évaporé à siccité au bain-marie, dégage quelques vapeurs ammoniacales. Lorsqu'elles ont cessé, on reprend par l'eau la masse solide, qui se dissout aisément, et l'on filtre. La solution ainsi obtenue, qui, naturellement, n'est pas modifiée par l'ébullition, ne précipite pas par les acides chlorhydrique, nitrique ou acétique; mais, étendue

de quatre fois son volume d'alcool à 90°, elle donne un abondant précipité; il en est de même avec le tannin, le chlorure mercurique et le chlorure de platine. Dans les conditions d'expérience décrites, j'ai obtenu une moyenne de rendement de 4^{gr} de peptone par 20^{gr} de viande fraîche.

» II. Si l'on répète l'expérience précédente en supprimant l'acide sulfurique, on obtient un liquide légèrement trouble, filtrant lentement et donnant un abondant précipité par l'acide nitrique; dans ce cas, c'est de la syntonine seule qui se produit, à l'exclusion de la peptone. Cette syntonine passe d'ailleurs rapidement à l'état de peptone, sous l'influence de la pepsine à la température de 35° dans l'eau acidulée au titre du suc gastrique.

» Ces faits ne sauraient échapper à l'attention des thérapeutistes. Ils pourront utiliser notamment la syntonine comme une ressource précieuse dans les cas si fréquents où la fonction digestive est languissante. Le rôle de l'estomac sera ainsi allégé sans être suspendu. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches expérimentales relatives à l'action du foie sur la strychnine.* Note de MM. **Chouppe** et **Pinet**, présentée par M. Charcot.

« On connaît les expériences de Schiff, d'Héger, de Lautenbach relatives à l'action du foie sur les alcaloïdes végétaux. Ces recherches, reprises récemment par M. Roger, concluent, dans leur ensemble, malgré quelques divergences de détail, à cette proposition que la glande hépatique exerce, par rapport à ces substances toxiques, une influence protectrice de nature spéciale. M. Vulpian, notre maître si regretté, n'admettait pas cette conclusion, et ne voyait dans les effets constatés qu'un retard et un ralentissement de l'absorption. Cette étude lui paraissait importante et la dernière tâche qu'il nous traça fut de vérifier expérimentalement les conclusions de nos devanciers. C'est le résultat des recherches prescrites et préparées par lui que nous prenons la liberté de soumettre à l'Académie.

» Il fallait d'abord choisir un alcaloïde, ce choix n'était pas indifférent. La substance employée devait produire des effets très nets qui ne pussent être confondus avec aucuns autres, agir à faible dose de manière à pouvoir apprécier la destruction par le foie, si celle-ci n'avait lieu que pour de très petites quantités; enfin elle devait être telle qu'on ne pût attribuer à

une action irritative locale les différences observées. La strychnine paraissait bien répondre à ce programme : M. Vulpian choisit cet alcaloïde.

» Le plan des recherches était simple et consistait : 1° à bien déterminer la dose mortelle par les diverses voies d'absorption; 2° à préciser la dose mortelle quand l'alcaloïde traverse le foie; 3° enfin à étudier la manière d'être des accidents dans ces différents cas.

» Nous avons d'abord injecté la strychnine dans le système veineux général et nous sommes arrivés à préciser d'une manière absolue la dose mortelle chez le chien. Cette dose est rigoureusement proportionnelle au poids du corps et varie entre $0^{mgr},250$ et $0^{mgr},260$ par kilogramme quels que soient l'âge et l'espèce du chien. Ceci établi, nous étudiâmes les autres voies d'absorption et nous pûmes constater qu'une dose de $0^{mgr},300$ par kilogramme est nécessaire et suffisante quand elle est injectée dans le tissu cellulaire sous-cutané de la partie postérieure du dos, pour tuer l'animal dans un temps qui varie de deux à quatre heures.

» Ces premiers résultats acquis, nous pensâmes qu'il serait utile, ainsi que l'avait déjà fait Héger, de voir ce qui arriverait en faisant traverser par la substance toxique un réseau capillaire; mais, ne voulant pas nous en rapporter à des expériences de circulation artificielle, nous agîmes sur l'animal vivant : nous injectâmes le sel toxique en solution très faible par l'artère crurale et par l'artère carotide vers la périphérie et nous pûmes nous assurer qu'il fallait alors pour produire la mort une quantité plus grande que celle nécessaire par le tissu conjonctif; la proportion variait entre $0^{mgr},320$ et $0^{mgr},330$ par kilogramme.

» Le début des phénomènes toxiques après injection dans les veines saphène ou crurale avait lieu en une minute au plus, tandis qu'après injection dans les artères, que les nerfs vaso-constricteurs fussent ou non détruits, l'intoxication ne survenait qu'après douze ou quinze minutes.

» Que se produisait-il quand on faisait traverser par la strychnine les capillaires de la veine-porte? Nos expériences à ce sujet ont été nombreuses et variées, mais toujours concordantes. La dose mortelle par la veine-porte a été très exactement proportionnelle au poids du chien. La quantité nécessaire, après vingt-quatre heures de jeûne, alors que l'absorption intestinale était à peu près nulle, a varié entre $0^{mgr},305$ et $0^{mgr},320$; quand l'animal absorbait, c'est-à-dire quand le système-porte était gorgé de liquide, elle était de $0^{mgr},320$ à $0^{mgr},330$. Le début des accidents n'avait lieu que douze à quinze minutes après l'injection. Si nous avons fait cette

dernière recherche, c'est pour bien constater qu'il ne s'agissait ici que d'une dilution plus grande et nullement d'une influence spéciale de la matière glycogène.

» En résumant nos expériences, nous voyons que, quand la strychnine doit traverser un réseau capillaire : foie, muscles, encéphale, l'absorption est singulièrement retardée, que les accidents sont moins graves que quand la totalité du poison pénètre rapidement dans la circulation générale. Mais la nature intime des phénomènes reste la même dans tous les cas. Ces résultats, tout incomplets qu'ils puissent être sous certains rapports, nous permettent cependant de formuler quelques conclusions.

» Le foie n'a pas une action spéciale sur la strychnine qui le traverse ; il en retarde, puis en ralentit l'absorption sans en modifier la composition, sans en changer en quoi que ce soit les effets toxiques. Son influence est due uniquement à la diffusion de l'alcaloïde dans une grande masse de sang, ainsi que le pensait M. Vulpian.

» Il n'est donc pour le moins pas permis de généraliser quand on dit que le foie détruit les alcaloïdes végétaux ou modifie leur action; il agit comme les autres réseaux capillaires. Les expériences des auteurs qui nous ont précédé, faites le plus souvent avec la nicotine, ne peuvent servir de point de départ pour une théorie si générale, car on n'a pas assez tenu compte des effets locaux de cette substance essentiellement irritante.

» Nous ne voulons pas tomber dans l'excès et conclure de la non-influence sur la strychnine à une absence absolue d'action du foie sur les alcaloïdes; mais on sait que cette prétendue action était une des bases les plus solides pour admettre la protection exercée par la glande hépatique contre les substances toxiques nées dans l'organisme sain ou malade; il faudra, sous ce rapport, une grande réserve, des expériences nouvelles et des preuves plus convaincantes que ne le sont celles qui ont été invoquées jusqu'ici. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Vaccination contre la rage, par l'essence de tanaisie*. Note de M. **H. Peyraud**, présentée par M. Brown-Séquard.

« Dès 1872, nous avions dit que les corps isomères atomiquement sont isomères biologiquement, pourvu qu'ils soient également assimilables. De là à penser que les corps qui présentent les mêmes propriétés biologiques ont la même constitution atomique il n'y avait qu'un pas.

» Or, les effets dus à l'essence de tanaisie ressemblaient tellement à ceux du poison rabique, poison dont la nature était inconnue, que nous avions cru dès ce moment devoir les appeler *rage tanacétique*. L'essence de tanaisie devait donc avoir une constitution atomique sinon identique, du moins se rapprochant beaucoup de cet inconnu, le *poison rabique*. Mais la théorie microbienne des virus nous éloigna momentanément de cette idée : ce n'est que l'importante découverte des leucomaïnes qui nous en rapprocha.

» Nous considérâmes dès lors la rage comme une vraie fermentation, avec un élément proliférateur, le *ferment*, et avec un produit de ce ferment, le *poison*, la *leucomaïne rabique*, substance chimique susceptible d'être définie comme l'essence de tanaisie elle-même et peut-être isomère de celle-ci. Dans tous les cas, cette théorie nous expliquait les faits d'identité d'action que nous avions observés : aussi essayâmes-nous, dès le début de nos recherches, d'isoler biologiquement cette leucomaïne, sans succès jusqu'à présent. Mais il nous restait encore entre le poison rabique et l'essence de tanaisie un terme de comparaison bien plus facile à étudier et non moins saisissant : c'était d'essayer de vacciner avec cette essence comme on vaccinerait avec le poison rabique.

» Évidemment, lorsque l'illustre savant qui découvrit les virus atténués vaccinait contre la rage, c'était avec ce poison, cette leucomaïne rabique qu'il vaccinait : l'atténuation portait sur le pouvoir proliférateur des ferments et partant sur le produit de ces ferments, et plus M. Pasteur atténuait, moins il donnait de leucomaïne, de *poison rabique*.

» En somme, diminuer de moins en moins la vitalité, le pouvoir proliférateur du ferment rabique, c'était donner des doses de plus en plus élevées de poison rabique, de façon à habituer l'organisme à la tolérance de ce dernier. Et, si nous avions raison de penser ainsi, le microbe ou plutôt le ferment ne devenait donc plus nécessaire pour vacciner : la leucomaïne, produit de la fermentation rabique, devait seule suffire, et l'essence de tanaisie que nous supposions son isomère devait tout aussi bien vacciner qu'elle.

» Nous instituâmes donc, avec cette essence, deux séries d'expériences :

» Nous vaccinâmes *avant* l'inoculation rabique; nous vaccinâmes *après* l'inoculation rabique.

» La première série d'expériences a réussi complètement et nous avons, à la Faculté de Médecine de Bordeaux, cinq lapins. Quatre ont été vaccinés avec des injections sous-cutanées d'essence de tanaisie, une division de seringue de Pravaz chaque

jour, pendant onze jours, du 6 au 17 mars; puis, le 25, chacun d'eux a reçu, sous la peau de la nuque, deux seringues d'un virus rabique qui a tué depuis *deux* témoins de rage paralytique : l'un avait été inoculé aussi sous la peau de la nuque et est mort au commencement de mai, l'autre n'avait reçu dans les veines qu'une demi-seringue du même virus filtré sur du papier de Berzélius; il a survécu, malgré l'injection intraveineuse, jusqu'au 24 juillet.

» Quant aux quatre vaccinés avant inoculation, ils sont encore vivants, et il y a près de neuf mois qu'ils ont été inoculés de la rage.

» Chose plus curieuse encore! un cinquième lapin, qui n'a subi, lui, qu'une seule injection intra-veineuse de deux gouttes d'essence de tanaisie et qui n'a eu qu'une seule convulsion tanacétique passagère, inoculé le même jour, de la même façon, avec la même quantité du même virus, est encore, lui aussi, vivant. Une seule injection d'essence de tanaisie a donc suffi pour lui procurer l'immunité. Or il s'est écoulé entre la vaccination et l'inoculation dix-neuf jours. Donc, pendant dix-neuf jours au moins, l'essence de tanaisie peut empêcher sur le lapin l'action nocive du ferment rabique. Il est probable que cette immunité durera plus longtemps. L'appréciation de cette durée fera l'objet de nos prochaines études.... »

» Quoi qu'il en soit, ce fait a des conséquences pratiques dont on ne peut prévoir toute l'étendue :

» Outre qu'il semble donner raison à la théorie qui nous a conduit à sa découverte, théorie qui devra nous amener à la recherche des *leucomaïnes vaccin,* l'inoculation tanacétique est une vraie vaccination et non une inoculation proprement dite, aveugle et susceptible, dans certains cas, de devenir dangereuse par une trop grande intensité dans la prolifération du ferment rabique et, partant, du poison de la leucomaïne rabique qu'il produit, ainsi que cela peut trop souvent se passer, même entre les mains des plus habiles expérimentateurs, avec des virus qui peuvent ne pas toujours être aussi atténués qu'on le voudrait, introduits surtout sur des sujets plus ou moins disposés à la réceptivité.

» C'est ici de la simili-rage dont l'intensité peut être dosée comme le médicament qui la produit. Cette simili-rage empêche la rage, comme la simili-variole empêche la variole, avec cette différence bien étonnante en faveur de la nouvelle méthode, si du moins des expériences multipliées viennent la confirmer, c'est qu'il n'y a plus là, comme dans les virus atténués et dans la méthode de Jenner elle-même, des ferments vaccinateurs dont la multiplication imprévue peut produire des accidents. On vient de citer dans ces derniers temps, à la Société de Médecine de Berlin, un cas de vaccine généralisée. Il n'y a, dans la vaccination que nous produisons, qu'une substance chimique définie, double, un *médicament-vaccin.* »

THÉRAPEUTIQUE. — *De l'antipyrine contre le mal de mer.* Note de M. **Émile Ossian-Bonnet**, présentée par M. Brown-Séquard.

« M. Brown-Séquard a présenté à l'Académie, dans la dernière séance, une Note de M. Eugène Dupuy, signalant l'emploi de l'antipyrine comme particulièrement propre à combattre le mal de mer. L'idée d'un pareil traitement n'est pas nouvelle : elle s'est présentée à l'esprit de plusieurs médecins, que nous pourrions citer; mais jusqu'ici personne n'en a fait l'objet d'une étude assez approfondie pour qu'il en soit résulté un progrès véritable au point de vue de la pathogénie, de l'étiologie et du mode de traitement. Aussi est-ce dans le but et avec l'espoir d'apporter quelque lumière sur la question, que j'ai entrepris un voyage en mer d'assez longue durée (deux mois et demi environ). Mes efforts me paraissent ne pas avoir été complètement stériles : j'ai obtenu plusieurs résultats qui me semblent offrir, j'espère, quelque intérêt.

» Après de nombreuses observations (soixante environ), recueillies avec le plus grand soin pendant les deux traversées du Havre à Buenos Ayres et de Buenos Ayres au Havre, je crois avoir mis hors de doute les trois faits suivants :

» 1° Contrairement aux opinions émises par divers auteurs, le mal de mer n'est autre qu'un *vertige*, qui se produit sous l'influence d'une ou de plusieurs des causes multiples, d'ordre sensoriel ou psychique, qui occasionnent généralement cet état maladif.

» 2° L'emploi de l'antipyrine arrête toujours les accidents du mal de mer; mais la dose à laquelle il convient de la prendre est variable. Dans la plupart des cas, la dose de $1^{gr},50$ est suffisante; l'effet complet est alors produit en dix minutes environ. Dans d'autres cas, au contraire, il est nécessaire d'ajouter de nouvelles doses. Toutefois, dans mes différentes observations, je n'ai jamais été obligé de dépasser 3^{gr} en deux fois pour produire l'arrêt complet des accidents dans l'espace d'une heure environ.

» 3° Dans certains cas, relativement très rares, où le malade ne peut absorber le médicament par suite de vomissements trop abondants et trop fréquents, une injection sous-cutanée de 1^{gr} d'antipyrine a suffi pour arrêter le mal. »

VITICULTURE. — *Nouvelles expériences relatives à la désinfection antiphylloxérique des plants de vignes.* Note de MM. G. COUANON, F. HENNEGUY et E. SALOMON, présentée par M. Ranvier.

« Dans une première Communication, en date du 7 février dernier, nous avons eu l'honneur de faire connaître le résultat des expériences qui avaient été entreprises, en serre chaude, sur la résistance des boutures de vigne aux agents destructeurs de l'œuf d'hiver du Phylloxera.

» Il était indispensable de répéter ces essais sur des vignes placées dans des conditions normales, c'est-à-dire en pleine terre et à l'époque ordinaire de la plantation. A cet effet, le 24 mars dernier, nous avons, chez l'un de nous, M. Salomon, à Thomery (Seine-et-Marne), préparé différents lots de boutures qui ont reçu les traitements suivants :

» 1er *lot.* — Boutures badigeonnées (1), séchées, puis mises en stratification.

» 2e *lot.* — Boutures badigeonnées, séchées, conservées à l'air pendant cinq jours, puis mises en stratification après avoir fait tomber le badigeon.

» 3e *lot.* — Boutures badigeonnées, séchées, conservées à l'air pendant dix jours, puis mises en stratification après avoir fait tomber le badigeon.

» 4e *lot.* — Boutures badigeonnées, séchées, conservées à l'air pendant dix jours, puis mises en stratification.

» 5e *lot.* — Boutures ayant reçu deux couches de badigeon, séchées, puis mises en stratification.

» 6e *lot.* — Boutures trempées dans l'eau chaude à 45° C., pendant dix minutes, puis mises en stratification.

» 7e *lot.* — Boutures trempées dans l'eau chaude à 50° C., pendant cinq minutes, puis mises en stratification.

» 8e *lot.* — Boutures trempées dans l'eau chaude à 50° C., pendant dix minutes, puis mises en stratification.

» 9e *lot.* — Boutures n'ayant reçu aucun traitement et mises en stratification avec les autres, pour servir de témoins.

» Les neuf lots restèrent en stratification dans le sable, au milieu d'une

(1) Le mélange qui a servi à badigeonner les boutures est celui qui est recommandé par M. Balbiani pour la destruction de l'œuf d'hiver, et dont la formule est la suivante :

	Parties.
Huile lourde	20
Naphtaline	60
Chaux vive	120
Eau	400

cave aérée, jusqu'au 4 juin, époque à laquelle les boutures furent plantées dans des conditions identiques.

» A cette même date, d'autres lots de boutures, qui avaient été mises en stratification sans aucun traitement préalable, ont reçu les applications suivantes :

» 10e *lot.* — Boutures stratifiées, badigeonnées, séchées et plantées.

» 11e *lot.* — Boutures stratifiées, badigeonnées, séchées, conservées à l'air pendant cinq jours et plantées.

» 12e *lot.* — Boutures stratifiées, ayant reçu deux couches de badigeon, séchées puis plantées.

» 13e *lot.* — Boutures stratifiées, trempées dans l'eau chaude à 45°C., pendant dix minutes, puis plantées.

» 14e *lot.* — Boutures stratifiées, trempées dans l'eau chaude à 50°C., pendant cinq minutes, puis plantées.

» 15e *lot.* — Boutures stratifiées, trempées dans l'eau chaude à 50°C., pendant dix minutes, puis plantées.

» 16e *lot.* — Boutures enracinées, trempées entièrement (tige et racines) dans le mélange servant au badigeonnage, séchées, puis plantées.

» Les boutures de ces sept derniers lots ont été plantées à côté de celles qui avaient été traitées le 24 mars, et le même jour que ces dernières.

» Le 14 septembre, en présence de M. Balbiani, nous avons constaté les résultats suivants :

	Nombre		
Lots.	des boutures plantées.	des boutures ayant poussé.	des reprises sur 100 boutures plantées.
1	19	4	21,05
2	16	9	56,25
3	19	7	36,84
4	19	9	47,36
5	19	2	10,52
6	22	20	90,90
7	19	12	63,15
8	19	17	89,42
9	20	16	80,00
10	8	1	12,50
11	9	0	00,00
12	12	1	8,33
13	10	4	40,00
14	5	1	20,00
15	4	2	50,00
16	10	1	10,00

» En examinant le Tableau ci-dessus, on remarque que la reprise des boutures a été, en général, inférieure à ce qu'elle est normalement en grande culture ; la reprise des témoins n'a été, en effet, que de 80 pour 100. Il nous semble qu'on peut attribuer ce fait à l'époque tardive de la plantation et à la sécheresse exceptionnelle de l'été.

» Les boutures des lots 6 et 8, qui avaient été traitées par l'eau chaude, ont présenté une reprise supérieure à celle des témoins; il paraît résulter de ce fait que l'eau chaude prépare convenablement les boutures pour la stratification. Le traitement à l'eau chaude après la stratification semble, au contraire, avoir une influence nuisible sur les boutures, comme le montrent les expériences 14 et 15.

» Si l'on compare les résultats de nos nouvelles expériences à ceux que nous avions rapportés dans notre Note précédente, on voit que le badigeonnage, qui avait donné plein succès sur les boutures en serre chaude, n'a fourni, en culture normale, qu'une réussite peu satisfaisante. Il y a lieu de penser que ces résultats contradictoires sont dus à la stratification, qui rend la bouture plus sensible à l'action des vapeurs d'huile lourde et de naphtaline. Nous rappellerons à cet égard que des expériences faites en grand par des viticulteurs avaient donné, au point de vue de la reprise des boutures, des résultats variables.

» Il résulte de ce qui précède : 1° qu'en grande culture le badigeonnage s'est montré inférieur au traitement par l'eau chaude; 2° qu'on peut, sans préjudice pour la végétation de la bouture, porter la température de l'eau jusqu'à 50°C., pendant dix minutes; 3° que le traitement doit être fait avant la stratification.

» Un grand nombre de viticulteurs ayant réclamé, à plusieurs reprises, un moyen certain de désinfecter les boutures, tant françaises qu'américaines, destinées à être plantées, nous croyons pouvoir affirmer, en nous appuyant sur les remarquables expériences de M. Balbiani [1] sur la résistance des œufs du Phylloxera, qu'on peut pratiquement et économiquement traiter préventivement les boutures de vigne par une immersion dans l'eau chaude de 45°C. à 50°C., pendant une durée de dix minutes. »

---

(1) *Comptes rendus*, séance du 11 décembre 1876.

ZOOLOGIE. — *Sur la présence d'un poisson appartenant au genre* Neopercis *dans l'Atlantique*. Note de M. **Léon Vaillant**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Dans le dragage n° CVII (campagne du *Talisman*, 1883), mené par 75^m à 90^m entre Saint-Vincent et Saint-Antoine des îles du Cap-Vert, nous avons rencontré un poisson qui, au point de vue de la répartition géographique, paraît présenter un certain intérêt.

» Il appartient à la famille des *Trachinidæ* et au genre *Percis*, ou, plus exactement, *Neopercis*, en admettant cette division, proposée par M. Steindachner pour les espèces munies de dents palatines et dont les épines dorsales croissent régulièrement en longueur de la première à la cinquième, tandis que, dans le genre primitif, les médianes sont les plus développées.

» Les *Neopercis* comprennent jusqu'ici quatre espèces, toutes côtières, une du golfe Saint-Vincent (Australie), *N. Ramsayi* Steind.; les trois autres du Japon, *N. sexfasciata* Schleg., *N. aurantiaca* Död., *N. multifasciata* Död.

» C'est de celui-ci, d'après les descriptions et les figures données par MM. Steindachner et Döderlein, que se rapproche le plus l'espèce des îles du Cap-Vert, et il faut y regarder de très près pour trouver des caractères distinctifs. L'aspect, le système fondamental de coloration sont les mêmes; il existe sur les côtés du corps une série de neuf bandes sombres transversales, dont la dernière, placée à la base de la caudale, se prolonge pour occuper le tiers inférieur de celle-ci, tandis que les deux autres tiers de la nageoire sont occupés par d'étroites bandes grisâtres verticales; la nuque présente chez l'un et l'autre une tache allongée transversalement, avec bordure sombre. Les différences que l'on peut noter sont que, dans l'espèce prise à bord du *Talisman*, les bandes du corps en occupent toute la hauteur au lieu de s'arrêter à la ligne latérale; la tache nuchale se prolonge de chaque côté sur le battant operculaire; enfin une bande liserée de noir descend obliquement en arrière du bord inférieur de l'orbite sur la joue. Des caractères plus importants se tirent de la longueur des pectorales dont l'extrémité ne dépasse pas sensiblement l'origine de l'anale; de l'étroitesse de l'espace interorbitaire, à peine égal au tiers du diamètre de l'œil; de la

moindre étendue du maxillaire, qui s'arrête au niveau du bord antérieur de l'orbite.

» Ce *Neopercis atlantica* reste, on le voit, très voisin du *N. multifasciata* Död., et sa présence aux îles africaines occidentales est d'autant plus singulière que toutes les autres espèces du genre, en y ajoutant même celles, plus nombreuses, du genre *Percis*, dont les *Neopercis*, d'après M. Steindachner lui-même, pourraient n'être regardés que comme une section, sont jusqu'ici exclusivement connues des parties chaudes ou tempérées du grand océan Pacifique et de la mer des Indes. »

ZOOLOGIE. — *Sur quelques Décapodes macroures nouveaux du golfe de Marseille*. Note de M. **Paul Gourret**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« J'ai reconnu jusqu'à présent six espèces ou variétés nouvelles. Ce sont :

» 1° *Crangon Lacazei*. — Dans les fonds vaseux de la région nord-ouest, par 70^{m} à 80^{m}, les tartanes ramènent quelquefois un Crangon voisin de *C. cataphractus* et que je dédie au savant professeur M. de Lacaze-Duthiers. Il mesure ordinairement, à l'âge adulte, 17^{mm} de longueur sur 15^{mm} de largeur. Le céphalothorax a le même aspect que celui de cette dernière espèce et présente quatre carènes longitudinales. La carène médiane impaire est armée de 4 piquants, la première latérale de 7, la seconde latérale de 10 à 11 et la ventrale de 14, qui sont presque effacés. Quant à la carène gastro-cardiaque, elle fait entièrement défaut, de sorte que notre espèce se rapproche en ceci de *C. spinosus*. Une autre particularité très caractéristique consiste dans les épines qui ornent les premiers segments de l'abdomen. Il y en a une médiane et quatre latérales sur le premier anneau; le second anneau est pourvu également d'un robuste piquant médian et de cinq paires latérales de petites épines; le quatrième anneau forme simplement une courte saillie épineuse sur le milieu de la face dorsale.

» 2° *Alpheus Gabrieli*. — Dans les tubes d'Hermelles de la pointe rouge de Montredon vit, en compagnie de quelques Copépodes, un *Alpheus* dont la teinte générale hyaline est parsemée de petits points foncés. Une large bande jaunâtre coupe la carapace à la hauteur de la seconde patte thoracique; les pinces sont colorées en rouge avec plaques jaunes. Le rostre est rectiligne, conique et lisse; l'écaille auditive est plus courte que le second article pédonculaire de l'antennule; l'article terminal de la tige de la lèvre externe est indivis : tous caractères opposés à ceux présentés par *A. ruber*. En outre, et indépendamment de certains points propres à notre espèce, le carpe de la seconde patte thoracique comprend quatre articles seulement; il y en a six dans *A. ruber*.

» 3° *Hippolyte Marioni*. — Une troisième Salicoque provient des graviers et sables

vaseux qui s'étendent depuis l'île de Riou jusqu'au delà de Planier, par 108^{m} de profondeur.

» D'une teinte très pâle, longue de 13^{mm} sur 3^{mm} de large, elle est remarquable par son rostre non bifurqué, armé de deux dents dorsales et de deux dents ventrales. Une dent robuste s'élève un peu en arrière de l'origine du rostre et sur la ligne médiane. L'écaille auditive est à peine aussi longue que le premier article pédonculaire de l'antennule. Le palpe mandibulaire est triarticulé et l'article terminal de la tige de la lèvre externe entièrement dépourvu de piquants. Enfin, trois paires de piquants bordent le telson. Ces divers caractères, propres à *H. Marioni,* le différencient de *H. Cranchii.* Les détails des pattes thoraciques et abdominales sont identiques dans ces deux espèces.

» 4° *Gnathophyllum elegans*, var. *brevirostris.* — Les prairies littorales de Zostères qui bordent la côte depuis l'Estaque jusqu'à la Corbière, ou celles qui s'étendent le long du rivage, près de Somaty, de Mourepiano et du Roucas blanc, abritent une Salicoque remarquable par sa coloration rouge brique et tachetée de petits espaces sphériques plus clairs, disposés régulièrement sur tout le corps. Elle présente quelques particularités qui m'ont engagé à la considérer comme une variété de *G. elegans* Risso. La structure du rostre et de la ligne externe est en effet bien différente. Le rostre, de même longueur que les pédoncules oculaires, est armé en dessus de trois dents seulement, et le troisième article de la lèvre externe, plus large que long, porte une rangée marginale de piquants internes. Cette variété se différencie en outre par la présence constante d'une apophyse supéro-interne sur le carpe des III, IV et V pattes thoraciques; le dactyle de ces dernières porte aussi trois dents marginales externes. Je me suis d'autre part assuré que le genre Gnathophyllum ne possède pas une antennule pourvue de deux filets multiarticulés, comme c'est le cas des Hippolyte, des Pandales, etc.; mais que cette antenne porte trois filets multiarticulés bien distincts, c'est-à-dire qu'elle reproduit l'une des caractéristiques du genre Palæmon. Par contre, tout filet supplémentaire fait défaut dans les Lysmates, chez lesquels l'antennule se réduit à un fouet et à un palpe, comme c'est le cas de la plupart des Macroures.

» 5° *Galathea Parroceli.* — En compagnie de *G. nexa,* dans les fonds vaseux du large, par 65^{m} à 80^{m}, se rencontre une nouvelle espèce, *G. Parroceli.* Elle a le même port que *G. nexa,* dont elle se distingue par les caractères suivants : rostre triangulaire formant une épine grêle et plus longue que les quatre paires d'épines latérales peu développées; sillon rostro-gastrique armé de deux piquants symétriques et courts; plis céphalothoraciques ondés, velus, inermes, peu nombreux; fouet de l'antennule composé de neuf articles; palpe composé de quatre articles.

» 6° *Callianassa subterranea,* var. *minor.* — Les Mélobésies des fonds coralligènes de Pomègue (profondeur: 30^{m}) renferment quelquefois des Thalassiniens curieux par la réduction de leur taille et qui constituent une variété naine de *Callianassa subterranea.* Ils présentent des caractères intéressants, notamment la présence d'un rostre, l'absence d'un palpe mandibulaire, la forme non operculaire des articles basilaires de la lèvre externe et enfin l'existence d'un palpe annexé à ce dernier appendice, tous caractères qui, d'après H. Milne-Edwards (*Histoire naturelle des Crustacés*, t. II, p. 308), ne se retrouveraient pas dans le genre Callianassa.

» Les particularités propres à notre variété sont les suivantes : Rostre lisse, conique, atteignant le milieu des pédoncules oculaires ; ces derniers lamelleux, divergents dans leur moitié antérieure ; palpe de l'antennule formé de treize articles et un peu plus long que le fouet, composé de douze articles ; pédoncule plus court que le fouet et plus court également que le pédoncule quadriarticulé de l'antenne externe ; celle-ci dépourvue de toute écaille spiniforme, même rudimentaire, et ayant un flagellum qui comprend vingt-trois ou vingt-quatre articles (1). »

ZOOLOGIE. — *Généralités sur les organes de locomotion aquatique.* Note de M. Amans.

« L'étude de la locomotion aquatique chez les animaux à leviers solides, articulés, formés par de l'os, du cartilage ou de la chitine, m'a permis d'établir les propositions suivantes :

» *Forme extérieure.* — Tout animal aquatique peut se représenter par un ovoïde uni-symétrique (plan de symétrie bilatérale). L'intersection de l'ovoïde par ce plan donne le profil ; le contour apparent vertical donne l'horizon ; le contour apparent mené parallèlement au grand axe céphalo-caudal est le front ou maître-couple. Ces trois courbes ont six sommets principaux (sommets antérieur, postérieur, dorsal, ventral, latéraux), auxquels correspondent les extrémités des trois axes antéro-postérieur ou grand axe, dorso-ventral et latéral.

» Le profil forme une courbe toujours dissymétrique, même chez les animaux de petit volume, à trajectoire voisine de l'horizontale. Cette dissymétrie dépend de l'inégalité de résistance à divers niveaux, ce qui n'a jamais figuré dans les formules connues de la résistance de l'eau. La moitié supérieure du profil présente un point d'inflexion, au voisinage du sommet antérieur, chez les plongeurs (*Trigla, Scinca, Phocæna*) ; il y a un point analogue, mais sur la moitié inférieure chez les Cabreurs (*Pterotrachœa, Dytiscus*). Le profil a toujours gros bout en avant, c'est-à-dire que les sommets dorsal et ventral sont plus rapprochés du sommet antérieur que du postérieur.

» Si, en même temps, les sommets latéraux sont plus près du sommet antérieur, on dit que l'ovoïde tout entier a gros bout en avant. Les bons fileurs ont gros bout en avant. Dire que le gros bout (front ou maître-couple) est au $\frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{5}$ antérieur est une expression impropre : il faut coter séparément les quatre sommets du front.

---

(1) Laboratoire de Zoologie marine de Marseille.

» Le front forme une stomatoïde (courbe en forme des contours de la bouche), à branches latérales concaves en arrière. La forme de la stomatoïde varie chez un même animal; la variation la plus constante est due aux déplacements du sommet ventral par les contractions volontaires des parois abdominales. L'éloignement l'un de l'autre des diamètres latéral et dorso-ventral favorise la stabilité aux dépens de la vitesse. L'inclinaison du diamètre dorso-ventral sur le grand axe, le rapport des moitiés dorsale et ventrale de ce diamètre entre elles, les rapports des trois axes du piscoïde, sont des facteurs importants de la vitesse.

» L'horizon forme de chaque côté une sinusoïde au moins à deux branches; le rayon et le sens de courbure varient suivant le type de locomotion. Les sections normales à l'axe de l'horizon sont des ovales à gros bout concave du même côté que la branche coupée.

» Les vibrations d'un tel ovoïde le poussent du côté des gros bouts de front et de profil, suivant la diagonale du parallélogramme construit sur le grand axe et le diamètre dorso-ventral. Ces vibrations seules suffisent à la progression, en l'absence de tout appendice mobile.

» *Nageoires.* — Les contours apparents sont munis d'appendices mobiles dont le jeu modifie la forme de l'ovoïde et, par suite, celle du mouvement. Il y a entre la forme de l'ovoïde (I) et celle des nageoires (II) le parallélisme suivant :

I. — *Au repos.*	II. — *Au repos.*
a. Forme sphérique (véhicules unicellulaires, organismes inférieurs).	*a.* Bourgeon embryonnaire.
b. Ovoïde circulaire (certaines larves ciliées, Échinodermes).	*b.* Cône circulaire, faisant le moulinet en tous sens (cils vibratiles).
c. Ovoïde elliptique (animaux cylindroïdes, vermiformes).	*c.* Cône bisymétrique, dont la section basilaire forme une ellipse allongée (type idéal dont se rapprochent dorsale d'Hippocampe, caudale de Plie).
d. Ovoïde unisymétrique (la majorité des Vertébrés et Arthropodes).	*d.* Cône unisymétrique (nageoires dorsales, anales, caudales). Bord épais, bord mince.
e. Ovoïde dissymétrique (Pleuronectides, certains Crustacés et larves d'Insectes).	*e.* Cône dissymétrique (pectorales, abdominales); la base forme un ovale analogue au contour de profil. Faces dissemblables.

» Même parallélisme pour la forme du mouvement. Pour ne citer que les points extrêmes, je comparerai les mouvements serpentiformes du

groupe *c* et les soubresauts du groupe *e* (Crustacés décapodes, aile d'animal aérien).

» La loi des gros bouts est applicable aux nageoires, comme à l'ovoïde tout entier. Les plus constantes parmi les nageoires sont d'abord la caudale, puis les pectorales, c'est-à-dire celles qui sont au voisinage des sommets postérieur et latéraux. La caudale diffère profondément d'une hélice de bateau, par sa consistance, sa forme, ses mouvements. La pectorale diffère de l'aile aérienne par une dissymétrie moins accusée; la différence est du même ordre qu'entre les ondulations verticales d'une queue de Squale, et les vibrations d'une queue de Langouste.

» *Phénomènes de torsion.* — Toute nageoire en mouvement présente une divergence de plans distal et proximal : il semble qu'elle se torde et se détorde autour du grand axe disto-proximal. Indépendamment de ce gauchissement momentané alternatif, les nageoires fortement dissymétriques présentent en outre un gauchissement fixe, atteignant le squelette.

» 1. La torsion ou gauchissement fixe caractérise tout organe à la fois de soutien et de progression.

» 2. La divergence des plans distal et proximal est voisine de 90°.

» 3. La torsion a lieu de façon que le bord épais se porte de la face convexe vers la face concave.

» Je me bornerai à ces quelques généralités; elles suffisent, je crois, à démontrer l'influence énorme, prépondérante, d'une même cause brutale (résistance de l'eau), sur les forces extérieures du corps et de ses appendices. Quant aux applications mécaniques, je renvoie aux détails dans mon travail. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le parasitisme du* Coniothyrium Diplodiella. Note de M. **Prillieux**, présentée par M. Duchartre.

« MM. G. Foex et L. Ravaz terminent la Communication qu'ils ont adressée à l'Académie, dans sa séance du 7 novembre, sur l'invasion du *Coniothyrium Diplodiella*, par la remarque suivante :

« Aucun des faits observés cette année n'a permis de trancher d'une manière définitive la question controversée de savoir si le *C. Diplodiella* doit être considéré comme parasite ou comme saprophyte..... Des expériences de culture, actuellement commencées à l'École d'Agriculture de Montpellier, nous permettront bientôt de nous éclairer sur ce point. »

» Dans un Rapport que j'ai remis, il y a un mois, au Ministre de l'Agriculture et qui va paraître prochainement dans le *Bulletin du Ministère*, j'ai déjà fourni à ce sujet des renseignements positifs.

» La preuve directe du parasitisme du *Coniothyrium Diplodiella* a été donnée cette année, d'abord par M. le professeur Pirotta, de Rome. Dans une lettre du 20 août dernier, il m'a annoncé qu'après avoir fait germer des spores mûres de *Coniothyrium* dans de l'eau de source, ce qui se produit très facilement et très rapidement, il les a portées sur des raisins parfaitement sains qu'il a ainsi infectés artificiellement. Au bout de quatre à six jours, les caractères de la maladie se montraient d'une façon incontestable; les dégâts produits par le parasite étaient déjà bien clairement reconnaissables.

» Dans le mois de septembre, à Nérac, mon collaborateur M. Fréchou a obtenu de pareils résultats et déterminé sur des raisins sains, mûrs ou non, le développement du *Coniothyrium* en y ensemençant les spores du parasite.

» Le second jour de l'inoculation, les grains de raisin se sont amollis comme s'ils allaient pourrir; quatre ou cinq jours plus tard, les petits conceptacles du *Coniothyrium* se montraient d'une façon bien nette à leur surface.

» J'ai constaté ces faits et je possède des grains ainsi infectés artificiellement; je ne pense donc pas que l'on puisse désormais contester encore le parasitisme du *Coniothyrium Diplodiella*. »

COSMOLOGIE. — *L'évolution sidérale*. Note de M. **Stanislas Meunier**, présentée par M. Janssen.

« En affirmant solennellement l'une des plus grandioses doctrines de l'Astronomie moderne, le discours de M. Janssen sur l'*Age des étoiles* (¹) constitue un véritable événement scientifique. Il y a trop peu de temps encore que Le Verrier protestait contre toute idée d'évolution sidérale pour que l'on n'éprouve une joie sincère à entendre le Président actuel de l'Académie la proclamer, au contraire, comme « un des plus importants progrès, une des plus belles conquêtes » de la Science.

» A la suite des phases nébuleuses et stellaires que M. Janssen a décrites;

(¹) Lu devant les cinq Académies le 25 octobre 1887.

à la suite des phases planétaires dont Vénus, la Terre, Mars, la Lune peuvent être considérés comme représentant les types successifs, j'ai appelé, depuis près de vingt ans, l'attention sur la phase météoritique qui représente, à mon sens, le dernier terme des métamorphoses astrales, en même temps qu'elle révèle le mécanisme par lequel la substance même des globes morts retourne à ceux qui continuent à vivre ([1]).

» Comment résister au désir de rappeler ce point de vue, dont l'Académie a d'ailleurs bien voulu consacrer la légitimité, alors que M. Janssen ne craint pas, à diverses reprises, de comparer l'histoire des corps célestes à celle des êtres vivants?

» Qu'il me soit aussi permis d'ajouter que ma conclusion résulte exclusivement de recherches d'ordre surtout chimique, poursuivies dans le laboratoire, sur la composition des météorites. Celles-ci, soumises aux méthodes de la Minéralogie et de la Géologie, ont trahi leurs anciens rapports stratigraphiques mutuels et justifié ainsi le problème, analogue à celui dont le paléontologiste fait sa spécialité, de reconstituer, à l'aide de ses débris maintenant séparés les uns des autres, un tout unique, qui se trouve ici être un astre.

» Il a été possible, en effet, de déterminer la *fonction géologique* des principaux types lithologiques de météorites, de façon à reconnaître parmi eux des roches stratiformes, des roches éruptives provenant de véritables dykes, des filons concrétionnés analogues, pour l'origine et le mode de formation, aux filons métallifères terrestres, des brèches ou roches clastiques supposant les mêmes actions que nos conglomérats, des roches métamorphiques dérivant de masses antérieures comme nos schistes dérivent des argiles et nos marbres des calcaires terreux, etc. De sorte que l'ensemble, malgré des différences nécessaires, rappelle celui qu'offrirait le produit de la démolition d'un astre tel que la Terre.

» A la vérité, nous ne pouvons préciser les causes qui ont séparé, pour les réduire en météorites distinctes, les éléments d'un globe jusqu'alors unique; mais on rappellera ce passage du Rapport de M. Faye, qui attribuait, en 1878, le prix Lalande aux recherches dont il s'agit :

» M. Stanislas Meunier semble en droit de conclure que ces masses ont dû appartenir autrefois à un globe considérable qui aura eu, comme la Terre, de véritables époques géologiques et se sera plus tard décomposé en fragments séparés les uns des autres, sous l'action de causes difficiles à préciser, mais que *nous avons vues à l'œuvre* plus d'une fois dans le ciel même. »

([1]) Voir *le Ciel géologique, prodrome de Géologie comparée*. Paris, 1871.

Remarques relatives aux Communications de M. Norman Lockyer *et de M.* Stan. Meunier (pages 988 et 1038); par M. **J. Janssen.**

« Ces Communications, que leurs auteurs ont bien voulu me charger de présenter à l'Académie, ainsi que beaucoup d'autres trop bienveillantes, montrent combien ce sujet de l'évolution astrale, sur lequel j'ai eu l'honneur de faire une lecture dans notre dernière séance des cinq Académies, préoccupe aujourd'hui les astronomes et les physiciens.

» L'idée d'évolution chez les astres, considérée comme un principe découlant de l'ensemble des travaux et des découvertes de la Science depuis la Renaissance jusqu'à nous, et non comme une hypothèse ou comme une vérité rendue probable par un ordre déterminé de faits seulement, n'avait pas été formulée.

» C'est l'étude de cette période tout entière de la Science, la plus riche en découvertes de méthodes et de faits que l'Astronomie ait connue, qui m'y a conduit.

» Il m'a paru utile de montrer combien cette idée recevait de force de la considération de tout cet ensemble, et plus utile encore de la formuler nettement, afin qu'elle puisse servir à coordonner nos efforts et à guider nos travaux sur ce sujet.

» C'est le but principal que je me suis proposé, dans cette lecture sur l'*âge des étoiles,* qui n'est qu'une courte esquisse d'un travail beaucoup plus étendu, et qui a été accueillie avec une bienveillance dont je désire exprimer ici toute ma reconnaissance. »

M. **J. Delauney** adresse, de Saïgon, une « Neuvième Note d'Astronomie : troisième loi des distances ».

M. **P. Longe** adresse, de Marseille, une Note intitulée : « Procédé zinco-cuprique, pour la reproduction typographique des tracés graphiques, sans héliogravure ».

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 21 NOVEMBRE 1887.

Bulletin des Sciences mathématiques; 2e série, T. XI, octobre et novembre 1887. Paris, Gauthier-Villars, 1887; 3 br. in-8°.

Mémorial de l'Artillerie de la Marine, texte, T. XV, 2e livraison. Paris, L. Baudoin et Cie, 1887; in-8°.

Annuaire statistique de la Ville de Paris; VIe année, 1885. Paris, G. Masson, 1887; gr. in-8°.

Recherches anthropologiques dans le Caucase; par ERNEST CHANTRE. Paris, Ch. Reinwald, 1885-87; 4 vol. in-4°. (Présentés par M. de Quatrefages.)

Le filage de l'huile; par le vice-amiral CLOUÉ. Paris, Gauthier-Villars, 1887; pet. in-8°. (Présenté par M. Jurien de la Gravière.)

La coulure des raisins; par CH. BALTET. Troyes, Dufour-Bouquot, 1887; br. in-8°.

Manuel de l'acclimateur ou choix de plantes recommandées pour l'Agriculture, l'Industrie et la Médecine, etc.; *par* CHARLES NAUDIN et le baron FERD. VON MULLER. Paris, Librairie agricole, 1887; in-8°.

Causeries scientifiques; vingt-sixième année, 1886; *par* HENRI DE PARVILLE. Paris, J. Rothschild, 1887; in-18.

Clinica cirurgica do hospital da Misericordia ou Liçôes professadas durante os annos de 1873 *a* 1879; *pelo* Dr V. SABOIA. Rio-de-Janeiro, Typographia nacional, 1880-1881; 2 vol. in-8°. (Présentés par M. Verneuil.)

Proceedings and transactions of the royal Society of Canada, for the year 1886; vol. IV. Montreal, Dawson brothers, 1887; br. in-4°.

Annual Report of the chief signal officer of the army to the Secretary of War for the year 1885; in two vol., Part II. Washington, Government printing Office, 1885; gr. in-8°.

Mittheilungen aus der medicinischen Facultät der kaiserlich-japanischen Universität; Band I, n° 1. Tokio, 1887; pet. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 NOVEMBRE 1887.

PRÉSIDENCE DE M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Théorème relatif aux erreurs d'observation;* par M. J. **Bertrand**.

« Si l'on renouvelle un nombre pair de fois la mesure d'une grandeur et qu'on associe les résultats deux à deux dans un ordre réglé par le hasard, en distinguant, dans chaque groupe de deux, la plus grande et la plus petite des erreurs fortuites, le rapport de la somme des premières à la somme des secondes, lorsque le nombre des épreuves augmente, converge vers

$$\sqrt{2} + 1 = 2,41.$$

» M. Broch a bien voulu vérifier cette conséquence des formules rela-

tives à la loi des erreurs sur quatre séries d'observations faites par M. Benoît au Bureau international des Poids et Mesures, et depuis longtemps publiées. Elles ont donné les résultats suivants :

	Rapport obtenu.
Première série (58 observations)	2,28
Deuxième série (90 observations)	2,33
Troisième série (54 observations)	2,40
Quatrième série (77 observations)	2,49
Cinquième série, déduite de 100 observations de Bradley.	2,47
Moyenne	2,39

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations les plus générales de la double réfraction compatibles avec la surface de l'onde de Fresnel;* par M. MAURICE LÉVY.

« 1. Quelque idée que l'on se fasse de la lumière polarisée dans un plan, qu'on la regarde comme l'effet d'un dérangement élastique ou électromagnétique; qu'elle résulte de vibrations rectilignes ou de rotations moyennes (*vortices*), ou de toute autre cause, ce qui est certain, comme l'a déjà observé Maxwell, c'est que cette cause est mesurable par une grandeur qui est de la nature d'un vecteur. Nous appellerons ce vecteur le *vecteur lumineux*. Ce peut être une vibration ou une force; l'axe d'un *vortex* ou celui d'un moment magnétique ou *toute autre chose*, et je me propose, sans idée préconçue sur sa nature, d'en chercher l'expression la plus générale compatible avec la surface de l'onde de Fresnel.

» 2. Désignons par x, y, z les coordonnées d'un point du milieu qui produit la lumière et, à l'instant t, par u, v, w les composantes du vecteur lumineux en ce point, en sorte que u, v, w sont trois fonctions inconnues des quatre variables indépendantes x, y, z, t.

» Quelque théorie que l'on adopte, la continuité supposée (du milieu) conduira toujours à un système d'équations aux différences partielles auquel devront satisfaire ces fonctions.

» Le fait de l'interférence de la lumière montre que ces équations doivent être linéaires, et, si l'on fait d'abord abstraction de la dispersion et de la polarisation rotatoire, ces équations doivent être homogènes.

» Elles ne peuvent pas être du premier ordre, parce qu'elles ne vérifieraient pas les lois expérimentales et parce qu'elles doivent nécessaire-

ment contenir des forces accélératrices. On doit donc les regarder comme du second ordre.

» D'ailleurs, toute onde plane paraît se propager avec la même vitesse dans les deux sens opposés qu'on peut attribuer à sa normale.

» Ceci exige que les équations différentielles qui régissent u, v, w ne renferment que des dérivées d'ordre pair par rapport au temps, et, comme elles sont du second ordre, il n'y peut entrer, relativement au temps, que les trois dérivées

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2},\quad \frac{\partial^2 v}{\partial t^2},\quad \frac{\partial^2 w}{\partial t^2}.$$

» Il suffit de déterminer les expressions les plus générales de ces dérivées secondes relatives au temps en fonction des diverses dérivées partielles secondes relatives à x, y, z par la condition de reproduire l'équation aux vitesses des ondes planes de Fresnel, parce qu'alors on reproduira aussi sa surface de l'onde.

» 3. Nous avons reconnu que le problème comporte quatre solutions renfermant chacune cinq constantes arbitraires. Il existe donc $4 \times \infty^5$ manières d'arriver à la surface de l'onde ou $4 \times \infty^5$ systèmes d'équations également propres à rendre compte des lois aujourd'hui observables de la double réfraction.

» Il y en a même des infinités d'autres; mais leur composition est telle qu'elles sont physiquement inacceptables.

» Prenons les trois plans principaux d'un cristal à deux axes optiques pour plans des coordonnées. Soient a, b, c les inverses de ses indices principaux de réfraction;

$$\mathbf{a},\quad \mathbf{b},\quad \mathbf{c};\quad \lambda,\quad \mu,\quad \nu$$

six constantes arbitraires dont les trois dernières n'interviendront que par leurs rapports à l'une d'elles.

» Les quatre systèmes d'équations cherchées sont :

Solution A_1.

$$(A_1)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \mathbf{a}\,\dfrac{\partial^2 u}{\partial x^2} + c^2\dfrac{\partial^2 u}{\partial y^2} + b^2\dfrac{\partial^2 u}{\partial z^2} + \dfrac{\mu}{\lambda}(\mathbf{b} - c^2)\dfrac{\partial^2 v}{\partial x\,\partial y} + \dfrac{\nu}{\lambda}(\mathbf{c} - b^2)\dfrac{\partial^2 w}{\partial x\,\partial z}, \\ \dfrac{\partial^2 v}{\partial t^2} = c^2\,\dfrac{\partial v}{\partial x^2} + \mathbf{b}\,\dfrac{\partial^2 v}{\partial y^2} + a^2\dfrac{\partial^2 v}{\partial z^2} + \dfrac{\nu}{\mu}(\mathbf{c} - a^2)\dfrac{\partial^2 w}{\partial y\,\partial z} + \dfrac{\lambda}{\mu}(\mathbf{a} - c^2)\dfrac{\partial^2 u}{\partial y\,\partial x}, \\ \dfrac{\partial^2 w}{\partial t^2} = b^2\dfrac{\partial^2 w}{\partial x^2} + a^2\dfrac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \mathbf{c}\,\dfrac{\partial^2 w}{\partial z^2} + \dfrac{\lambda}{\nu}(\mathbf{a} - c^2)\dfrac{\partial^2 u}{\partial z\,\partial x} + \dfrac{\mu}{\nu}(\mathbf{b} - a^2)\dfrac{\partial^2 v}{\partial z\,\partial y}; \end{cases}$$

Solution A₂.

$$(\mathrm{A}_2)\quad\begin{cases}\dfrac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \mathfrak{a}\dfrac{\partial^2 u}{\partial x^2} + c^2\dfrac{\partial^2 u}{\partial y^2} + b^2\dfrac{\partial^2 u}{\partial z^2} + \dfrac{\mu}{\lambda}(\mathfrak{a} - c^2)\dfrac{\partial^2 v}{\partial z\,\partial y} + \dfrac{\nu}{\lambda}(\mathfrak{a} - b^2)\dfrac{\partial^2 w}{\partial x\,\partial z},\\[2mm] \dfrac{\partial^2 v}{\partial t^2} = c^2\dfrac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \mathfrak{b}\dfrac{\partial^2 v}{\partial y^2} + a^2\dfrac{\partial^2 v}{\partial z^2} + \dfrac{\nu}{\mu}(\mathfrak{b} - a^2)\dfrac{\partial^2 w}{\partial y\,\partial z} + \dfrac{\lambda}{\mu}(\mathfrak{b} - c^2)\dfrac{\partial^2 u}{\partial y\,\partial z},\\[2mm] \dfrac{\partial^2 w}{\partial t^2} = b^2\dfrac{\partial^2 w}{\partial x^2} + a^2\dfrac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \mathfrak{c}\dfrac{\partial^2 w}{\partial z^2} + \dfrac{\lambda}{\nu}(\mathfrak{c} - b^2)\dfrac{\partial^2 u}{\partial z\,\partial x} + \dfrac{\mu}{\nu}(\mathfrak{c} - a^2)\dfrac{\partial^2 v}{\partial z\,\partial y};\end{cases}$$

Solution B₁.

$$(\mathrm{B}_1)\quad\begin{cases}\dfrac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \mathfrak{a}\dfrac{\partial^2 u}{\partial x^2} + a^2\left(\dfrac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \dfrac{\partial^2 u}{\partial z^2}\right) + \dfrac{\mu}{\lambda}(\mathfrak{b} - a^2)\dfrac{\partial^2 v}{\partial x\,\partial y} + \dfrac{\nu}{\lambda}(\mathfrak{c} - a^2)\dfrac{\partial^2 w}{\partial x\,\partial z},\\[2mm] \dfrac{\partial^2 v}{\partial t^2} = \mathfrak{b}\dfrac{\partial^2 v}{\partial y^2} + b^2\left(\dfrac{\partial^2 v}{\partial z^2} + \dfrac{\partial^2 v}{\partial x^2}\right) + \dfrac{\nu}{\mu}(\mathfrak{c} - b^2)\dfrac{\partial^2 w}{\partial y\,\partial z} + \dfrac{\lambda}{\mu}(\mathfrak{a} - b^2)\dfrac{\partial^2 u}{\partial y\,\partial x},\\[2mm] \dfrac{\partial^2 w}{\partial t^2} = \mathfrak{c}\dfrac{\partial^2 w}{\partial z^2} + c^2\left(\dfrac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \dfrac{\partial^2 w}{\partial y^2}\right) + \dfrac{\lambda}{\nu}(\mathfrak{a} - c^2)\dfrac{\partial^2 u}{\partial z\,\partial x} + \dfrac{\mu}{\nu}(\mathfrak{b} - c^2)\dfrac{\partial^2 v}{\partial z\,\partial y};\end{cases}$$

Solution B₂.

$$(\mathrm{B}_2)\quad\begin{cases}\dfrac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \mathfrak{a}\dfrac{\partial^2 u}{\partial x^2} + a^2\left(\dfrac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \dfrac{\partial^2 u}{\partial z^2}\right) + \dfrac{\mu}{\lambda}(\mathfrak{a} - b^2)\dfrac{\partial^2 v}{\partial x\,\partial y} + \dfrac{\nu}{\lambda}(\mathfrak{a} - c^2)\dfrac{\partial^2 w}{\partial x\,\partial z},\\[2mm] \dfrac{\partial^2 v}{\partial t^2} = \mathfrak{b}\dfrac{\partial^2 v}{\partial y^2} + b^2\left(\dfrac{\partial^2 v}{\partial z^2} + \dfrac{\partial^2 v}{\partial x^2}\right) + \dfrac{\nu}{\mu}(\mathfrak{b} - c^2)\dfrac{\partial^2 w}{\partial y\,\partial z} + \dfrac{\lambda}{\mu}(\mathfrak{b} - a^2)\dfrac{\partial^2 u}{\partial y\,\partial x},\\[2mm] \dfrac{\partial^2 w}{\partial t^2} = \mathfrak{c}\dfrac{\partial^2 w}{\partial z^2} + c^2\left(\dfrac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \dfrac{\partial^2 w}{\partial y^2}\right) + \dfrac{\lambda}{\nu}(\mathfrak{c} - a^2)\dfrac{\partial^2 u}{\partial z\,\partial x} + \dfrac{\mu}{\nu}(\mathfrak{c} - b^2)\dfrac{\partial^2 v}{\partial z\,\partial y}.\end{cases}$$

» 4. Soit P le plan qui projette le rayon lumineux dû à une onde plane sur le plan de l'onde.

» Nous appellerons, avec Fresnel, *plan de polarisation*, le plan mené par la normale à l'onde perpendiculairement au plan P.

» Nous appellerons plan de polarisation *radial*, le plan mené par le rayon lumineux perpendiculairement au même plan P.

» Ce plan P perpendiculaire aux deux plans de polarisation et aussi au plan de l'onde, nous l'appellerons le *plan normal* (plan de *normalisation* de M. Cornu).

» Ceci étant, on tire des quatre solutions qui précèdent les conclusions suivantes :

» 1° L'équation du troisième degré au carré ω^2 des vitesses des ondes planes est la même dans les quatre solutions. Elle se décompose en deux facteurs, qui, égalés séparément à zéro, donnent les deux équations

$$\frac{l^2}{\omega^2 - a^2} + \frac{m^2}{\omega^2 - b^2} + \frac{n^2}{\omega^2 - c^2} = 0,$$
$$\omega^2 = \mathfrak{a}l^2 + \mathfrak{b}m^2 + \mathfrak{c}n^2.$$

» La première, répondant aux deux ondes lumineuses, est bien celle de Fresnel.

» La seconde, qui aurait pu ne pas être commune aux quatre solutions, répond à ce que Cauchy a appelé l'onde *obscure*. Elle donne une surface du second degré comme surface d'onde.

» 2° Presque tous les auteurs qui ont présenté des théories de la double réfraction ont supposé la vitesse de cette troisième onde nulle, ce qu'on obtiendrait en faisant $\mathbf{a} = \mathbf{b} = \mathbf{c} = 0$. Alors les solutions A_1 et A_2 coïncideraient. Les quatre solutions se réduiraient à trois contenant chacune deux constantes arbitraires au lieu de cinq.

» Mais, si même cette troisième onde ne se propage pas, il ne s'ensuit pas que sa vitesse de propagation soit nulle; elle peut être imaginaire. Ainsi, il suffit de supposer les trois constantes $\mathbf{a}$, $\mathbf{b}$, $\mathbf{c}$ négatives pour expliquer que la troisième onde n'ait jamais été observée.

» 3° Des cinq constantes arbitraires $\mathbf{a}$, $\mathbf{b}$, $\mathbf{c}$, $\lambda:\mu:\nu$, les trois premières servent ainsi à définir les lois de la propagation de cette troisième onde, que sa vitesse soit réelle et différente de zéro, ou nulle, ou imaginaire. Les autres, soit seules, soit avec les premières, servent à définir la direction du vecteur (vibration ou autre) de chaque onde. Et, en donnant toutes les valeurs à ces arbitraires, on peut obtenir des vecteurs de toutes directions, de sorte que *les lois observables* relatives à la double réfraction sont compatibles, non seulement avec des vecteurs situés dans le plan de polarisation de Fresnel ou perpendiculaires à ce plan, mais avec des vecteurs inclinés sur ces plans.

» 4° Mais le phénomène lumineux, en ce qu'il a d'observable, étant symétrique par rapport au plan normal, il est naturel de penser que le vecteur, quelle qu'en soit la nature, cause du phénomène, doit être normal à ce plan ou dans ce plan, puisque, à toute autre position, répondrait une position symétrique, et il n'y aurait pas de raison pour qu'il occupât l'une de ces positions plutôt que l'autre.

» Il y a donc un grand intérêt à rechercher, parmi toutes les solutions qui précèdent, celles qui fournissent des vecteurs perpendiculaires au plan normal ou placés dans ce plan; la direction des premiers est unique, celle des seconds n'est pas déterminée *a priori*.

» Voici les conclusions de cette recherche :

» 5° Les équations (A_2) sont les seules qui puissent fournir la première direction. Elles la fournissent, quelles que soient les constantes $\mathbf{a}$, $\mathbf{b}$, $\mathbf{c}$, pourvu qu'on fasse $\lambda = \mu = \nu$.

» Cette direction est celle de Mac-Cullagh, Newmann, Cauchy (dans certains de ses Mémoires), Lamé, M. Massieu. C'est celle à laquelle on arrive lorsqu'on suppose l'éther d'un cristal homogène et hétérotrope.

» En faisant $\mathbf{a} = \mathbf{b} = \mathbf{c} = 0$, on retombe, en particulier, sur les équations de Lamé, de C. Newmann, etc.

» 6° Les équations (B_2) et (B_1) sont les seules qui puissent fournir des vecteurs lumineux situés dans le plan normal.

» Pour avoir les équations les plus générales satisfaisant à cette condition, il faut et il suffit :

» (*a*) Dans des équations (B_2), de faire

$$\frac{1}{\lambda} = h + ka^2,$$

$$\frac{1}{\mu} = h + kb^2,$$

$$\frac{1}{\nu} = h + kc^2,$$

h et k étant deux constantes n'intervenant que par leur rapport, de sorte que la solution comporte les quatre constantes arbitraires $\mathbf{a}$, $\mathbf{b}$, $\mathbf{c}$; $h : k$.

» Si l'on nomme φ l'angle du vecteur avec le plan de l'onde, on a

$$\sin\varphi = \frac{k\omega\sqrt{r^2 - \omega^2}}{\sqrt{h^2 + 2hk\omega^2 + k^2 r^2 \omega^2}},$$

r étant la longueur du rayon vecteur de la surface de l'onde, dirigé suivant le rayon lumineux, et ω la vitesse de propagation de l'onde que l'on considère.

» Si l'on fait $k = 0$, $h = 1$, le vecteur est dans le plan de l'onde, c'est-à-dire perpendiculaire au plan de la polarisation.

» C'est la direction de Fresnel, perpendiculaire à celle de Lamé ci-dessus obtenue. Et, en effet, on obtient, en particulier, le système d'équations différentielles reproduisant, de tous points, la théorie de Fresnel en faisant, dans les équations (B_2), $\lambda = \mu = \nu$ et $\mathbf{a} = \mathbf{b} = \mathbf{c} = 0$.

» Si l'on fait, au contraire, $h = 0$, $k = 1$, le vecteur est perpendiculaire au rayon lumineux ou au plan de polarisation radial.

» C'est la direction obtenue à l'aide d'hypothèses absolument différentes par M. Sarrau et par Maxwell. Et, en effet, si dans les équations (B_2) on fait $\lambda : \mu : \nu = \frac{1}{a^2} : \frac{1}{b^2} : \frac{1}{c^2}$ et $\mathbf{a} = \mathbf{b} = \mathbf{c} = 0$, on retrouve les équations Maxwell-Sarrau.

» Mais le vecteur conserve la même direction, quels que soient **a**, **b**, **c**.

» Si le rapport $\frac{h}{k}$ varie de o à $+\infty$, le vecteur passe progressivement de la direction de Fresnel à celle de Maxwell-Sarrau, c'est-à-dire qu'il se modifie assez peu dans les cristaux que la nature nous offre.

» M. Boussinesq est, de son côté, arrivé, approximativement, à ces directions.

» Mais rien *a priori* n'empêche de supposer le rapport $h:k$ négatif, et, si nous posons $\frac{h}{k} = -\omega_0^2$, il vient

$$\sin\varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{\left(1 - \frac{\omega_0^2}{\omega^2}\right)^2}{\frac{r^2}{\omega^2} - 1}}}.$$

» Si donc on prend pour ω_0 la vitesse d'une onde particulière, pour cette onde, le vecteur sera normal à l'onde. Il est clair qu'on peut aussi disposer ω_0 de façon que le vecteur d'une onde particulière soit dirigé suivant le rayon lumineux.

» Ainsi nous arrivons à cette conséquence : *les vibrations lumineuses peuvent, sans cesser de satisfaire à toutes les lois de l'observation, avoir toutes les directions possibles relativement au rayon lumineux et même la direction longitudinale pour une onde particulière* [1].

» (b). Les équations (B_1) donnent une seconde série de solutions avec vecteurs situés dans le plan normal. Il suffit d'y faire $\lambda = \mu = \nu$, de sorte que cette seconde solution ne comporte que les trois constantes arbitraires **a**, **b**, **c**.

» Elle peut fournir aussi toutes les directions possibles pour le vecteur, même la direction longitudinale pour une onde particulière. Elle comprend aussi la théorie de Fresnel et celle de Maxwell-Sarrau comme cas particuliers : la première en faisant $\mathbf{a} = -a^2$, $\mathbf{b} = -b^2$, $\mathbf{c} = -c^2$, la seconde en faisant $\mathbf{a} = \mathbf{b} = \mathbf{c} = 0$.

» 7° Tout ce qui précède suppose, d'accord d'ailleurs avec toutes les théories existantes, les équations différentielles symétriques relativement aux trois plans de symétrie de la surface de l'onde. Cette symétrie dans les

(1) Nous ne prétendons pas qu'il en soit ainsi, mais rien ne s'y oppose au point de vue mathématique où nous nous plaçons ici.

équations différentielles doit exister pour tous les cristaux, sauf peut-être ceux du système asymétrique. Pour ceux-ci, il est possible de reproduire la surface de l'onde, malgré ses trois plans de symétrie, avec des équations différentielles non symétriques par rapport à ces plans. Il suffit, par exemple, dans les équations (A_1), (A_2), (A_3), (A_4), de remplacer u, v, w par des fonctions linéaires quelconques de ces trois quantités pour obtenir quatre nouvelles solutions renfermant chacune onze constantes arbitraires et reproduisant encore la surface de l'onde; mais les solutions dissymétriques ont moins d'intérêt que celles qui précèdent. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Objection à ma théorie tirée de la déviation des flèches du vent sur les Cartes synoptiques;* par M. **H. Faye**.

« C'est la seule objection tirée de faits authentiques que les météorologistes m'aient adressée. Elle est tellement décisive à leurs yeux qu'elle leur a suffi pour rejeter ma théorie sans plus ample informé.

» Je la prends telle qu'elle a été formulée dans les *Comptes rendus de l'Académie de Berlin*, séance du 17 mars dernier, par M. de Bezold (¹).

» Après avoir montré que les tornados peuvent être le siège de mouvements giratoires descendant le long de l'axe, le savant directeur de l'observatoire central météorologique de Berlin ajoute :

» Effectivement, ces tubes nébuleux descendant des nuages et d'autres particularités des tornados ont conduit M. Faye à étendre ces considérations aux cyclones et à soutenir que ces phénomènes eux-mêmes sont descendants et non ascendants.

» Prises sous cette forme absolue, les déductions de M. Faye n'obtiendront l'assentiment d'aucun météorologiste, car il suffit de jeter un coup d'œil sur nos cartes synoptiques pour se convaincre que, dans chaque cyclone, il existe des composantes dirigées vers l'intérieur, c'est-à-dire un afflux de l'air vers le centre. Il en résulte nécessairement que l'air doit avoir un mouvement ascendant dans le cyclone, et se répandre ensuite à l'extérieur lorsqu'il est parvenu à une certaine hauteur.

» J'ai répondu que les tornados et les trombes, mécaniquement identiques aux cyclones, sont rigoureusement circulaires, que, sous les tropiques, là où les cyclones se présentent sans altération, le mouvement de l'air est circulaire et n'accuse pas davantage de tendance centripète; que celle-ci ne se manifeste que dans les cyclones parvenus sous les hautes lati-

(¹) *Experimentaluntersuchungen über rotirende Flüssigkeiten*, p. 12 et 13.

tudes, où ils commencent à se déformer. La première partie de cette réponse porte juste ; la seconde est insuffisante.

» Il faut se rendre compte de cette déviation des flèches du vent, qui frappe tous les météorologistes.

» M. Clément Ley en a fait une étude complète à l'aide des Cartes synoptiques dressées en Europe. M. E. Loomis a fait un travail analogue aux États-Unis, où les Cartes synoptiques sont dressées trois fois par jour; mais je n'en connais que la moyenne générale. Attachons-nous donc aux premières.

» Par un grand nombre d'observations, faites en plusieurs stations diversement situées, M. Clément Ley a trouvé :

	Déviation.		Déviation.
Paris	36°23′	Brest	7°25′
Bruxelles	29.57	Scilly	10. 1
Oxford	29.12	Yarmouth	13.49
Nottingham	27.44	Pembroke	14.47
Londres	21. 7	Scarborough	4.58
Moyenne	29	Moyenne	10

» Ainsi cet angle, considérable à l'intérieur des terres, est réduit des deux tiers pour les stations des côtes, par cette seule raison que l'horizon de ces stations est occupé en partie par la mer. En pleine mer, cette déviation serait donc bien plus réduite encore. Mais les Cartes synoptiques, dont il vient d'être question, ne s'étendent pas à la pleine mer.

» Cette déviation, que j'appellerai *continentale*, bien plus marquée encore sur le continent américain (47°), est le résultat de la résistance que le sol et ses obstacles de toute nature opposent aux mouvements de l'air dans les spires descendantes des tourbillons, et si elle est plus marquée sur le vaste territoire des États-Unis, c'est, comme le fait observer M. W. Ferrel [1], que la résistance du sol doit être plus forte dans un pays neuf et encore fortement boisé que dans une contrée uniformément défrichée et cultivée comme la vieille Europe.

» Cet angle s'ouvre de plus en plus à mesure que croît la résistance. Très faible en pleine mer, il doit être tout à fait insensible à une faible hauteur,

---

[1] Perhaps the greater part of this difference is due to the greater amount of frictional resistance to the gyrations in a new and wooded country. Voir *Professional Papers of the signal Service*, n° XII, p. 44.

là où les spires descendantes ne rencontrent encore que la résistance de l'air lui-même. Partout donc les girations sont sensiblement circulaires, sauf au contact du sol où elles subissent une notable déviation. Celle-ci n'accuse donc pas un mouvement originaire de l'air vers un centre d'aspiration, mais un simple effet de résistance toute superficielle. La petite quantité d'air qui s'introduit en bas dans le cyclone en vertu de cette déviation, au lieu de fuir par la tangente au moment où l'obstacle du sol détruit la circularité des spires, ne peut avoir qu'un effet perturbateur minime et ne saurait déterminer, même sur les continents, un véritable mouvement ascendant à l'intérieur des cyclones. L'expression analytique de cet angle, s'il était possible de l'écrire, serait fonction des vitesses de giration et de translation des spires qui descendent obliquement à l'horizon et de la résistance du sol, mais non d'une vitesse centripète qui n'existe pas et de la rotation diurne de ce même sol qui n'a rien à faire ici.

» Ainsi, les phénomènes qu'on observe en bas montrent que les cyclones sont de purs mouvements giratoires descendants. Nous allons voir, dans la Note suivante, que ceux qu'on observe en haut conduisent aux mêmes conclusions, ce qui complétera ma réponse à l'objection à double portée de M. de Bezold.

» Dans une troisième Note, je rappellerai l'impossibilité où se trouvent les météorologistes d'expliquer le mouvement de translation des cyclones, parce que leur hypothèse ne s'applique qu'à des cyclones immobiles. »

Réponse à M. Faye ; par M. Mascart.

« Je suis très heureux de constater que notre éminent Confrère, M. Faye, accepte l'existence de la composante convergente du vent dans les cyclones et cherche à expliquer ce phénomène général si manifestement en contradiction avec l'hypothèse d'un mouvement de l'air descendant.

» M. Faye admet en même temps que cette convergence du vent n'existe pas pour les cyclones tropicaux ni pour ceux qu'on observe en pleine mer et qu'elle n'existe pas non plus à une certaine hauteur, 100^{m} ou 200^{m} par exemple. Je suis obligé de rappeler encore que tous les cyclones bien étudiés par un nombre suffisant d'observations du baromètre et du vent, soit sous les tropiques, soit sur terre, soit sur mer, ont présenté sans exception le fait capital de la convergence du vent.

» Quant à savoir si le mouvement de l'air à une hauteur de quelques centaines de mètres est exactement circulaire, on ne peut répondre à la question que par des hypothèses, puisque les observations font défaut. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la marche des cirrus et leurs relations avec les cyclones*; par M. H. Faye.

« Une simple comparaison va nous aider à comprendre ces phénomènes. Considérons un fleuve charriant des glaçons. S'il vient à s'y former un tourbillon, on verra les glaçons voisins entrer dans le cercle d'action de ce tourbillon, en suivre les spires et s'engloutir avec elles en se rapprochant du centre. Plus loin, hors du cercle d'action du mouvement giratoire, les glaçons suivent le fil du courant.

» En haut, les fleuves de l'atmosphère charrient ordinairement des cirrus qui présentent des phénomènes analogues. S'il se produit quelque tourbillon dans ces courants, on voit les bancs de cirrus abandonner la direction générale du courant et s'orienter selon les isobares inférieures qui marquent assez bien la direction des spires tourbillonnantes dans l'embouchure supérieure. Ces cirrus, entraînés en bas par le tourbillon, font naître dans les couches inférieures, chargées de vapeur d'eau, les phénomènes connus des averses, des orages et de la grêle. Hors du tourbillon, les cirrus suivent leur marche habituelle, c'est-à-dire se meuvent et orientent leurs plumes ou leurs filaments suivant le courant.

» Cette conception est pleinement confirmée par les faits les plus faciles à observer. Ainsi près des tropiques, à la Havane, sur l'hémisphère boréal, aussi bien qu'aux îles Mascareignes, sur l'hémisphère austral, les cirrus apparaissent se mouvant d'une manière régulière, cinq ou six jours avant un cyclone. Ce sont des avant-coureurs qui ne manquent jamais.

» Dans nos climats, mêmes phénomènes. M. Clément Ley, qui a consacré de longues années à l'observation et à l'étude des mouvements des cirrus, a formulé cette loi, très utile pour la prévision du temps : si, quand les cirrus viennent de quelque point entre sud et ouest, il survient un peu plus tard un cyclone, ce cyclone viendra lui-même dans cette direction. En outre, il a constaté, par de nombreuses observations, que, dans les cyclones mêmes, les cirrus se disposent parallèlement aux isobares, témoignant ainsi qu'ils se trouvent entraînés dans les mouvements tourbillonnaires.

» Ainsi l'on retrouve partout, sous les tropiques comme par ces latitudes d'une cinquantaine de degrés, cette disposition des aiguilles de glace suivant le fil des courants supérieurs et accusant, par l'orientation toute spéciale que prennent leurs traînées, les tourbillons qui viennent à s'y former ([1]). Et l'on voit en même temps que l'énorme force vive qui anime ces tourbillons descendants, sous toutes les latitudes, est complètement indépendante des phénomènes si variables d'un point à l'autre de température et d'humidité qui s'observent en bas. Enfin, dans cet ordre d'idées, le sens et l'intensité de la giration ne sont pas dus *directement* à la lente rotation terrestre, mais à la courbure régulière de ces fleuves aériens. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur le mouvement de translation des tempêtes ;* par M. **H. Faye.**

« L'Académie reçoit si souvent des critiques au sujet de mes idées en Météorologie, que je suis bien aise de lui montrer que certains savants commencent, sous la pression des faits, à se rapprocher de ces mêmes idées.

» Lorsque l'on considère les cyclones comme des colonnes d'air surchauffées à la base, en un lieu donné, et s'élevant dans l'atmosphère sous l'influence de cet excès de chaleur, en déterminant un tirage de bas en haut et un appel de l'air inférieur vers la base de cette espèce de cheminée, on peut bien rendre compte d'un léger tourbillonnement en invoquant l'effet de la très lente rotation du sol ; mais il devient impossible d'expliquer pourquoi une pareille colonne ascendante se mettrait en marche d'un côté plutôt que d'un autre. Toutes les tentatives des météo-

---

([1]) M. H. Hildebrandson a reconnu, comme M. C. Ley, que les cirrus suivent la disposition des isobares ; seulement il me semble avoir étudié ces phénomènes délicats et difficiles en météorologiste convaincu d'avance que, les cyclones étant ascendants, l'air entraîné en haut doit en sortir en divergeant. D'après ses travaux, dont j'apprécie d'ailleurs l'importance, les cirrus seraient orientés suivant des lignes courbes divergeant du centre d'un cyclone et iraient retomber sur quelque anticyclone voisin. Sa formule est : les cirrus vont d'un minimum barométrique à un maximum. Il y a là une discordance manifeste avec les conclusions de M. Clément Ley, que je viens de rapporter. Pour moi, je ne saisis aucune dépendance de ce genre entre les anticyclones, qui restent immobiles pendant des semaines ou des mois entiers, et les cyclones qui parcourent l'espace avec la vitesse d'un train de chemin de fer.

rologistes sont restées sans succès; elles n'aboutiront jamais avec des prémisses pareilles.

» M. W. Doberk, directeur de l'observatoire météorologique de Hong-Kong, s'exprime ainsi à ce sujet dans le *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* (janvier 1857) :

» On ne connaît pas encore la cause des typhons, mais un rapport semble exister entre cette cause et le fait que, une humidité et une chaleur extraordinaires se produisant dans un lieu donné, le voisinage de ce lieu conserve sa température normale. L'air chaud qui recouvre ce lieu se dilate, s'élève et par suite se refroidit. Mais la chaleur rendue libre par la condensation de la vapeur d'eau retarde la vitesse avec laquelle elle se refroidit en s'élevant dans l'atmosphère, et lui permet de monter davantage. Lorsque l'air a atteint un niveau élevé, il y produit une augmentation de pression barométrique par suite de laquelle l'air supérieur est mis en mouvement et diverge en s'éloignant du point considéré. Alors, une baisse du baromètre se déclare à la surface de la mer, au milieu de la région chaude et humide, et l'air environnant est appelé vers le centre. Les mouvements vers l'intérieur, à la surface de la mer, et les mouvements vers l'extérieur à un niveau atmosphérique élevé, sont donc simultanés, et l'un contribue à l'autre. Mais dans l'atmosphère nord et à cause de la rotation de la Terre, l'air en mouvement fléchit vers la droite, excepté à l'équateur ou très près de l'équateur; d'où il résulte que les typhons ne se produisent pas dans cette région, parce que, si le vent continue à souffler dans la dépression, elle est bientôt comblée. Par suite de sa déflexion vers la droite, le vent est forcé de se mouvoir selon une courbe concave vers le centre, et la force centrifuge développée par le mouvement curviligne le fait dévier encore plus de la direction de ce centre.

» Le frottement du vent contre la surface tourmentée de la mer retarde aussi l'entrée de l'air au-dessus de la surface dans les parties centrales de la dépression. Mais, à un niveau plus élevé de l'atmosphère, l'air n'est soumis qu'à de faibles frottements et il est libre de s'échapper plus vite de l'aire centrale de haute pression. Il paraît donc que, lorsque le mouvement cyclonique commence dans des circonstances favorables à sa continuation, il tend à augmenter et à se répandre au dehors. *Le mouvement progressif des typhons est évidemment causé par le vent qui règne, sinon à la surface de la Terre, au moins à un niveau plus élevé. Et le fait que le centre des typhons franchit des montagnes ayant plusieurs milliers de pieds de hauteur prouve que la cause principale de leurs déplacements se trouve très haut au-dessus de la surface de la Terre.*

» M. W. Doberk adopte, non sans hésiter, l'idée si répandue des cyclones ascendants; mais il n'a certes pas voulu dire que le vent des hautes régions, soufflant sur le sommet de la colonne d'air ascendante, met celle-ci en mouvement. Autant vaudrait essayer de mettre une locomotive en marche en

---

([1]) J'emprunte cette traduction au journal *Ciel et Terre*, de Bruxelles, numéro du 1er novembre 1887.

soufflant, 10^m au-dessus d'elle, sur la colonne de gaz et de vapeur qui s'élève de la cheminée. Ce qu'il a voulu dire, c'est que, en écrêtant le sommet élargi de cette colonne tourbillonnante, le vent supérieur emporte avec lui les dernières girations; celles-ci, voyageant selon le fil du courant, en provoquent d'autres au-dessous d'elles, en sorte que le mouvement giratoire se propagerait de haut en bas.

» Cette idée de M. Doberk se rapproche beaucoup des miennes. Pour les identifier, il faudrait faire un pas de plus et admettre que les fleuves supérieurs ne donnent pas seulement la cause du mouvement de translation des cyclones, mais aussi la cause et l'origine de leur giration. Alors la colonne d'air montant quelque part du sol jusqu'aux courants supérieurs pour y provoquer des girations devient inutile, car des tourbillons se produisent très bien dans les courants sans qu'il soit besoin de recourir à ce singulier artifice. De simples différences de vitesse dans les filets contigüs de ces fleuves aériens y suffisent amplement, et l'exemple de nos cours d'eau montre bien que les tourbillons à axe vertical ainsi produits descendent jusqu'au fond, tout en suivant le fil de l'eau. »

HYGIÈNE. — *Recherches sur l'importance, surtout pour les phtisiques, d'un air non vicié par des exhalaisons pulmonaires.* Note de MM. **Brown-Séquard** et **d'Arsonval.**

« Nous venons montrer à l'Académie un appareil ayant pour objet de faire sortir d'une chambre à coucher la totalité de l'air expiré par une ou plusieurs personnes. On comprendra de suite l'importance de ce mode de purification de l'air des chambres à coucher, pour les phtisiques au moins, en songeant aux dangers que courent ces malades dans l'état ordinaire des choses, où ils font rentrer, dans l'inspiration, une partie des bacilles qui sortent de leurs poumons par l'expiration. Il y a plus de vingt ans que l'un de nous (M. Brown-Séquard) a eu l'idée, non seulement de s'opposer au retour, dans l'appareil aérien, des gaz et des exhalaisons rendus dans l'expiration, mais encore de faire arriver aux phtisiques un air artificiel bien plus capable de leur être utile par sa composition, sa température et son degré d'humidité que l'air atmosphérique ordinaire. Il a depuis lors trouvé nombre de faits montrant : 1° que l'oxygène pur, qui ne peut être respiré longtemps sans quelques mauvais effets, peut l'être sans risque aucun, lorsqu'on lui a ajouté une faible proportion d'acide carbo-

nique; 2° que cette petite quantité d'acide carbonique exerce une influence inhibitrice légère sur la respiration, la rendant calme en même temps qu'un peu lente; 3° que ce même gaz, par une action réflexe partant des ramifications des nerfs vagues dans le larynx, la trachée et les bronches, détermine une diminution de l'activité des échanges entre les tissus et le sang et, par là, rend moindre la consommation d'oxygène.

» Nous nous proposons de reprendre ensemble toutes ses recherches, afin de pouvoir venir en aide aux phtisiques, non pas seulement par le procédé purement hygiénique de les mettre à l'abri du retour d'un air contaminé dans leurs poumons, mais aussi de les soumettre à l'influence thérapeutique de l'acide carbonique.

» Il serait facile d'accumuler les preuves pour établir l'influence néfaste de l'air confiné, contenant des émanations des poumons. Nous nous bornerons à rappeler que la mortalité par les tubercules pulmonaires est bien plus grande proportionnellement au nombre d'habitants là où la population est dense que là où elle est rare ([1]). Les casernes, les prisons, les manufactures et les ateliers sont des foyers de production de tuberculose pulmonaire ([2]). Aujourd'hui que l'on connaît l'existence d'un bacille capable de transmettre la tuberculose, il est facile de se rendre compte du danger des agglomérations d'hommes dans des lieux confinés. Mais, si ces faits sont bien connus, on sait moins jusqu'à quel point peut aller la puissance d'un air pur pour empêcher la production de la tuberculose ou pour la guérir. Il importe donc de rapporter brièvement, à cet égard, quelques faits observés par l'un de nous, en 1869 et 1870 et de nouveau en 1882.

» Dans des expériences extrêmement nombreuses sur des cobayes et dans quelques-unes sur des lapins, l'un de nous a constaté que l'introduction sous la peau d'une certaine quantité de matière tuberculeuse (à des états très variés) n'a jamais ([3]) produit de tuberculose, alors que les ani-

---

([1]) Voir Hirsch, *Handbook of geographical and historical Pathology*, Londres, vol. III, 1886, p. 211-32 (*New Sydenham Society*).

([2]) La mortalité moyenne par la phtisie étant de 3 pour 1000 individus par an, le Dr W. Baly a trouvé, à la grande prison de Milbank, que le chiffre de cette mortalité était de 13 pour 1000 (*Medico-chirurgical Transactions*, Londres, 1845, vol. XXVIII, p. 113). La mortalité des prisonniers est donc quatre fois et un tiers celle de la population libre.

([3]) Parmi ces cent huit individus ne sont pas compris des animaux, en petit nombre, qui, pendant les deux ou trois mois qui ont suivi l'inoculation tuberculeuse, sont morts d'une affection intercurrente sans avoir été atteints de tuberculose. De plus, un cobaye

maux étaient placés dans des conditions hygiéniques aussi favorables que possible (à l'égard de la litière, de la nourriture et surtout de l'aération). Dans les premières recherches faites par l'un de nous, à cet égard, les animaux étaient sous un hangar, adossé à un mur. Ils y étaient à l'abri de la pluie, mais l'air y entrait librement. Les expériences, commencées en été, ont été poursuivies en hiver. Les recherches ont été continuées et répétées au Laboratoire de Pathologie expérimentale, à l'École pratique de la Faculté de Médecine et enfin au Collège de France. Le résultat négatif, quant à la production de la tuberculose, a été obtenu sur cent huit animaux ([1]). Comparativement, à plusieurs reprises, d'autres animaux ont été soumis à la même cause de tuberculisation (inoculation sous-cutanée) et ils sont presque tous devenus tuberculeux après avoir été tenus dans les conditions où se trouvent d'ordinaire les animaux mis en expérience dans les laboratoires, où l'on néglige le plus souvent tout ce qui concerne l'hygiène (quant à la litière, l'alimentation et surtout l'aération).

» Ainsi donc, d'une part, pas de tuberculisation alors que les animaux ne respiraient que de l'air libre, et, d'une autre part, tuberculisation chez presque tous ceux qui étaient placés dans de l'air confiné. Il faut ajouter que les inoculations pour les deux séries d'animaux ont été faites avec la même matière tuberculeuse et par le même procédé : une petite quantité de tubercules ou de pus tuberculeux, provenant d'une caverne, était poussée à la distance d'environ 1^{cm} sous la peau du thorax ou de l'abdomen, après

---

et un lapin sont morts de septicémie, et n'ont pas été comptés parmi les cent huit. La phtisie existant quelquefois spontanément chez les cobayes comme chez les lapins, nous nous attendions à trouver au moins des tubercules pulmonaires sur quelques-uns des animaux mis en expérience, bien qu'ils eussent été choisis pour leur vigueur. Il n'en a pas été ainsi, et il est possible que cette absence de tubercules ait été due, elle aussi, aux conditions hygiéniques qui ont empêché l'inoculation de produire ses effets connus.

([1]) Il importe de dire que tous les animaux mis en expérience par l'un de nous étaient âgés d'au moins un an et avaient été choisis parmi les plus vigoureux qu'il nous ait été possible de nous procurer. Un cobaye a paru faire exception : il est devenu tuberculeux, mais je trouve dans mes Notes que, quinze jours après l'inoculation, une cause accidentelle avait produit chez lui un abcès considérable à la partie supérieure de la cuisse et qu'il était devenu épileptique. Nous ajoutons que les animaux qui ont été laissés dans un air confiné et qui ont été atteints de tuberculose dans plusieurs viscères avaient aussi été choisis pour leur vigueur avant d'être inoculés. La plupart des animaux qui ne sont pas devenus tuberculeux n'ont été tués qu'après trois ou quatre mois, et l'autopsie de chacun d'eux a été faite avec soin.

une incision très minime. Il est de la plus haute importance de ne pas faire de larges plaies et de ne pas inoculer une trop grande quantité de matière tuberculeuse. Chez quelques cobayes, inoculés par deux histologistes distingués, ces mauvaises conditions existaient. Des abcès se sont formés : la santé générale de ces animaux en a souffert, et ils sont tardivement devenus tuberculeux, malgré les meilleurs soins hygiéniques ([1]).

» La puissance de l'hygiène pour empêcher la tuberculisation n'étonnera pas ceux qui savent que MM. Delafond et Bourguignon ont trouvé que des chiens, rongés par la gale et presque mourants, peuvent non seulement ne pas mourir, mais guérir de la gale, sous l'influence unique de soins hygiéniques ([2]).

» Nous pourrions aller bien plus loin dans la démonstration de l'influence de l'air pur à l'égard de la tuberculisation. Nous nous bornerons à mentionner les faits suivants. Dans deux cas de cavernes pulmonaires qui nous ont été rapportés, l'un par le Dr Stokes, de Dublin, l'autre par le Dr James Blake, de Californie, la guérison a été obtenue par le séjour constant, nuit et jour, des malades à l'air libre.

» L'un de nous a observé un fait semblable chez le mari d'une de ses cousines. De nombreux cas, moins avancés, de tuberculose pulmonaire, guéris uniquement par l'influence de l'air libre, ont été publiés par plusieurs auteurs et en particulier par un médecin de mérite, de Belfast, le Dr Mac Cormac ([3]), auquel on doit d'énergiques efforts pour établir que la phtisie pulmonaire doit son origine et sa puissance meurtrière à l'action nocive de la respiration d'air sorti de poumons.

» L'appareil que nous présentons à l'Académie et qui a été fait par M. Verdin, d'après le plan fourni par l'un de nous (M. d'Arsonval), répond complètement au double besoin de l'expulsion totale de l'air expiré et de l'entrée d'air pur dans une chambre à coucher. Il se compose de plu-

---

([1]) Il en est ainsi pour d'autres affections. On sait, surtout par les travaux de M. Diday, de Lyon, que la syphilis constitutionnelle peut rester sans manifestation aucune pendant bien longtemps, mais qu'elle montre bientôt quelques-uns de ses effets si, par une cause quelconque, la santé s'altère.

([2]) Nous pouvons appliquer, en partie, à la septicémie ce que nous disons de la tuberculose. Des animaux soumis à un empoisonnement septique, par inoculation sous-cutanée de pus altéré ou de matières putréfiées, ont fourni moins de cas de septicémie lorsque leur hygiène était bonne, que d'autres, laissés dans un laboratoire mal aéré et n'ayant ni une bonne alimentation, ni une litière renouvelée fréquemment.

([3]) *Consumption and the breath rebreathed*, p. 83 et suiv. London; 1872.

sieurs parties dont la principale est une espèce de hotte, de forme tronconique, qui se place au-dessus du lit à une certaine distance au-dessus de la tête de l'individu qui veut s'en servir, étant couché. Cette hotte est portée par un tube, deux fois recourbé sur lui-même (en forme d'U renversé), et dont on peut faire varier la hauteur, de manière à soulever et à abaisser la hotte à volonté. Des deux branches verticales de ce tube, l'une, très courte, porte la hotte; l'autre, longue, glisse le long d'une tige fixée sur un lourd pied triangulaire qui supporte tout l'appareil. L'extrémité inférieure de ce tube communique par un tuyau souple, de gros calibre, avec une cheminée d'appel en tôle, dans laquelle brûle une source de chaleur (gaz, bougie, lampe, etc.). Cette combustion détermine un appel d'air dans toute l'étendue du système de tuyaux, de sorte que les gaz expirés sont immédiatement entraînés dans la hotte qui se trouve audessus de la tête de la personne se servant de l'appareil. Ces gaz, en passant autour du foyer de combustion, se débarrassent en partie des germes qu'ils peuvent contenir et ce qui en reste est rejeté au dehors de la chambre avec toutes les émanations des poumons que peut contenir l'air expiré. L'issue des gaz peut avoir lieu dans une cheminée ou par une ouverture à une fenêtre ou dans un mur extérieur.

» Bien que le courant d'air soit plus que suffisant pour que la totalité de l'air expiré soit entraîné dans l'appareil et chassé de la chambre, il n'y a pas, ainsi que nous nous en sommes assurés, de courant d'air qui soit senti par la personne ayant sa tête sous la hotte.

» Nous croyons que cet appareil pourrait servir aux personnes en bonne santé comme aux phtisiques [1]. Il pourrait servir aussi dans un grand nombre de maladies, surtout dans les affections fébriles où l'aération d'une chambre par l'ouverture d'une fenêtre pourrait être dangereuse. Enfin, il pourrait aussi servir, après certaines modifications et additions, à entraîner au dehors d'une salle d'hôpital l'air expiré par tous les malades qui s'y trouvent. »

---

[1] Nous n'avons peut-être pas besoin de dire que l'appareil est aisément transportable et que la hotte peut être placée au-dessus d'un fauteuil aussi bien qu'au-dessus d'un lit. Il est évident, en outre, que l'appareil peut être employé comme moyen de renouveler l'air d'une pièce quelconque (chambre à coucher ou toute autre pièce) si l'on préfère ce moyen de ventilation, continu mais lent, à l'ouverture d'une ou de plusieurs fenêtres.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux de ses Membres qui devront faire partie de la Commission du contrôle de la circulation monétaire, au Ministère des Finances.

Le nombre des votants étant 47,

M. Peligot	obtient. . . .	47	suffrages
M. Fremy	»	45	»
M. Cahours	»	1	»
M. Daubrée	»	1	»

MM. Peligot et Fremy, ayant réuni la majorité des suffrages, sont élus membres de la Commission.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Aug. Thouvenin transmet un complément au Mémoire sur les marées qu'il a soumis au jugement de l'Académie (1).

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. A. Laboulbène prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place actuellement vacante dans la Section d'Économie rurale.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

---

(1) Séance du 6 juin 1887.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'équations différentielles, parmi lesquelles, en particulier, toutes celles des lignes géodésiques se trouvent comprises.* Note de M. **R. Liouville.**

« L'équation suivante

$$(1) \qquad y'' + a_1 y'^3 + 3a_2 y'^2 + 3a_3 y' + a_4 = 0,$$

dont les coefficients $a_1, a_2, \ldots, a_4$ dépendent arbitrairement de x et de y, se change, par les substitutions générales

$$(2) \qquad x = \varphi(x_1, y_1), \qquad y = \psi(x_1, y_1),$$

en une autre de même espèce. Dans ces changements, certaines fonctions algébriques des coefficients et de leurs dérivées ne font que se multiplier par une puissance du déterminant

$$D = \frac{\partial x}{\partial x_1}\frac{\partial y}{\partial y_1} - \frac{\partial x}{\partial y_1}\frac{\partial y}{\partial x_1},$$

et, pour cette raison, peuvent être désignées sous le nom d'*invariants relatifs*.

» L'exposant, dont le multiplicateur D se montre affecté, marque le *poids* de l'invariant auquel il correspond; lorsque ce nombre est nul, selon les conventions ordinaires, l'invariant est dit *absolu*.

» Pour abréger, soient

$$(3) \quad \left\{ \begin{aligned} L_1 &= \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\partial a_4}{\partial y} + 3a_2 a_4\right) - a_4\left(\frac{\partial a_1}{\partial x} - 3a_1 a_3\right) \\ &\quad + \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial a_2}{\partial x} - \frac{2\,\partial a_3}{\partial y} - a_1 a_4\right) + 3a_3\left(\frac{\partial a_2}{\partial x} - \frac{2\,\partial a_3}{\partial y} - a_1 a_4\right), \\ L_2 &= \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial a_1}{\partial x} - 3a_1 a_3\right) + a_1\left(\frac{\partial a_4}{\partial y} + 3a_2 a_4\right) \\ &\quad + \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\partial a_3}{\partial y} - \frac{2\,\partial a_2}{\partial x} + a_1 a_4\right) - 3a_2\left(\frac{\partial a_3}{\partial y} - \frac{2\,\partial a_2}{\partial x} + a_1 a_4\right). \end{aligned} \right.$$

» Les relations $L_1 = 0$, $L_2 = 0$ sont celles que vérifie à la fois l'équation (1), lorsqu'elle admet une intégrale où les constantes arbitraires entrent linéairement (*Comptes rendus,* séance du 20 septembre 1886), et, dans ce cas, il est clair que tous ses invariants s'évanouissent.

» Cette hypothèse rejetée, l'expression suivante

$$(4)\quad \begin{cases} v_5 = L_2\left(L_1\dfrac{\partial L_2}{\partial x} - L_2\dfrac{\partial L_1}{\partial x}\right) + L_1\left(L_2\dfrac{\partial L_1}{\partial y} - L_1\dfrac{\partial L_2}{\partial y}\right) \\ \qquad - a_1 L_1^3 + 3a_2 L_1^2 L_2 - 3a_3 L_1 L_2^2 + a_4 L_2^3, \end{cases}$$

à moins qu'elle soit identiquement nulle, est un invariant relatif de poids égal à 5. Il est facile d'en déduire une autre expression qui joue le rôle d'invariant absolu; elle est donnée visiblement par l'intégrale double

$$\int_h^x \int_k^y v_5^{\frac{4}{5}}\, dx\, dy,$$

dont les limites h et k sont à volonté. Toutefois, c'est par un mode de construction bien différent que s'obtient le système des invariants proprement dits de l'équation proposée. A cet effet, il convient de remarquer que la formule

$$(5)\qquad v_7 = L_1\frac{\partial v_5}{\partial y} - L_2\frac{\partial v_5}{\partial x} + 5v_5\left(\frac{\partial L_2}{\partial x} - \frac{\partial L_1}{\partial y}\right)$$

fait connaître un nouvel invariant, dont le poids est 7, et qu'à chaque invariant v_m, fonction entière des coefficients et de leurs dérivées, ayant pour poids le nombre m, un autre invariant, de poids $m+2$, correspond par la relation

$$(6)\qquad v_{m+2} = L_1\frac{\partial v_m}{\partial y} - L_2\frac{\partial v_m}{\partial x} + m v_m\left(\frac{\partial L_2}{\partial x} - \frac{\partial L_1}{\partial y}\right),$$

analogue à (5). Hormis des cas exceptionnels qui seront, si l'Académie le veut bien, l'objet d'une autre Communication, les résultats indiqués permettent de calculer deux invariants absolus distincts : ce seront, par exemple, les rapports $\frac{v_5 v_9}{v_7^2}$, $\frac{v_7 v_9^2}{v_5^5}$, lesquels, étant pris pour variables au lieu de x et de y dans l'équation (1), lui font acquérir une forme invariante ou, si l'on veut, canonique.

» Comme conséquence, les problèmes suivants sont résolus dans le cas général :

» 1° *Étant données deux équations telles que* (1), *reconnaître si elles sont réductibles l'une à l'autre par l'une des transformations* (2);

» 2° *Obtenir les substitutions dont l'existence aura pu être établie.*

» Les coefficients de l'équation canonique sont manifestement des invariants absolus; or il existe entre eux certaines relations indépendantes des variables et caractéristiques, qui traduisent les propriétés assurées aux

intégrales par leur composition à l'égard des arbitraires. On conçoit donc comment se rattachent à la théorie précédente des intégrations nombreuses; je dois en remettre l'exposé à une autre occasion.

» Je me borne à noter que parmi les équations (1) se rencontrent celles des lignes géodésiques sur des surfaces quelconques. Elles constituent un groupe particulier distinct, dont l'étude n'avait pas encore été entreprise à ce point de vue; car ce sont ici les coefficients de l'équation géodésique que l'on regarde comme donnés et non plus l'expression de l'élément linéaire sur les surfaces correspondantes. Pour mettre en évidence la nature spéciale des questions actuelles, il suffira de faire observer que les systèmes géodésiques tracés sur deux surfaces peuvent être amenés à coïncider, sans que les surfaces mêmes soient applicables l'une sur l'autre.

» Ainsi, sur toutes les surfaces à courbure constante, les lignes géodésiques peuvent être transformées en les lignes droites d'un plan, et cela quelle que soit la valeur de la courbure.

» J'ajouterai que les surfaces à courbure constante jouissent seules de cette propriété, qui résulte des deux conditions déjà signalées,

$$L_1 = 0, \qquad L_2 = 0. \text{ »}$$

HYDRODYNAMIQUE. — *Oscillations tournantes d'un solide de révolution en contact avec un fluide visqueux.* Mémoire de M. **Couette**, présenté par M. Poincaré. (Extrait par l'auteur.)

« Soit un solide de révolution ayant pour méridienne une courbe continue quelconque, en contact avec un fluide visqueux, et soumis à un moment moteur $-A\lambda$ proportionnel à son élongation λ. Nous avons supposé les oscillations assez lentes pour qu'on pût négliger les effets de la force centrifuge, et, appliquant la théorie de Navier, nous avons obtenu les résultats suivants :

» Le mouvement du solide est le même que si son moment d'inertie I était augmenté de C et que s'il était soumis à une résistance $-B\dfrac{d\lambda}{dt}$ proportionnelle à sa vitesse angulaire. B et C sont des quantités indépendantes du temps qui seront définies plus loin.

» L'élongation λ du solide au temps t est donnée par l'équation

$$(1) \qquad \lambda = \lambda_0 e^{-\mu t}\left(\cos 2\pi \frac{t}{T} + \frac{\mu T}{2\pi} \sin 2\pi \frac{t}{T}\right).$$

» Les paramètres μ et T sont liés à B et C par les équations

$$B = 2(1 + C)\mu, \tag{2}$$

$$A = (1 + C)\left(\frac{4\pi^2}{T^2} + \mu^2\right). \tag{3}$$

» L'élongation ψ d'une molécule du fluide au temps t est donnée par l'équation

$$\psi = \lambda_0 e^{-x} e^{-\mu(t-y)}\left(\cos 2\pi\frac{t-y}{T} + \frac{\mu T}{2\pi}\sin 2\pi\frac{t-y}{T}\right); \tag{4}$$

x et y sont des fonctions des coordonnées semi-polaires r et z de la molécule considérée. Ces fonctions doivent satisfaire aux deux équations suivantes

$$\left(\frac{\partial x}{\partial r}\right)^2 + \left(\frac{\partial x}{\partial z}\right)^2 - \frac{\partial^2 x}{\partial r^2} - \frac{\partial^2 x}{\partial z^2} - \frac{3}{r}\frac{\partial x}{\partial r} = \left(\frac{4\pi^2}{T^2} + \mu^2\right)\left[\left(\frac{\partial y}{\partial r}\right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial z}\right)^2\right], \tag{5}$$

$$2\frac{\partial x}{\partial r}\frac{\partial y}{\partial r} + 2\frac{\partial x}{\partial z}\frac{\partial y}{\partial z} - \frac{\partial^2 y}{\partial r^2} - \frac{\partial^2 y}{\partial z^2} - \frac{3}{r}\frac{\partial y}{\partial r} - \frac{\rho}{\varepsilon} = 2\mu\left[\left(\frac{\partial y}{\partial r}\right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial z}\right)^2\right]; \tag{6}$$

ρ est la densité du fluide, ε son coefficient de frottement intérieur. Elles doivent en outre être nulles en tout point de la surface du solide, continues en tout point du fluide, et, si l'on suppose le fluide indéfini, tendre vers l'infini avec la distance de la molécule à la surface du solide. B et C sont définis par les égalités

$$B = \int 2\pi\varepsilon r_0^3\left[\left(\frac{\partial x}{\partial r}\right)_0 \sin\alpha + \left(\frac{\partial x}{\partial z}\right)_0 \cos\alpha\right] ds, \tag{7}$$

$$C = \int 2\pi\varepsilon r_0^3\left[\left(\frac{\partial y}{\partial r}\right)_0 \sin\alpha + \left(\frac{\partial y}{\partial z}\right)_0 \cos\alpha\right] ds. \tag{8}$$

L'indice o désigne les valeurs relatives à la surface du solide; les intégrales doivent être prises tout le long de la demi-méridienne; α est l'angle de la normale avec l'axe de rotation.

» L'intégration rigoureuse des équations (5) et (6) n'est pas nécessaire au calcul de B et C. Il suffit de trouver des formes de x et y qui satisfassent approximativement à ces équations pour tout point du liquide situé à une très petite distance u de la surface du solide. Ces formes sont

$$x = mu, \qquad y = nu; \tag{9}$$

et, si l'on pose

(10) $$m = m'\left(\frac{1}{R} + \frac{3\sin\alpha}{r_0}\right),$$

(11) $$n = n'\left(\frac{1}{R} + \frac{3\sin\alpha}{r_0}\right)$$

(R étant le rayon de courbure de la méridienne, au pied de la normale, abaissée du point considéré du fluide), m' et n' sont donnés par les équations

(13) $$m'^2 - m' = \left(\frac{4\pi^2}{T^2} + \mu^2\right)n'^2,$$

(14) $$2m'n' - n' - \frac{\rho}{\varepsilon} = 2\mu n'^2.$$

» On a alors

(15) $$B = 2\pi S\varepsilon m',$$

(16) $$C = 2\pi S\varepsilon n',$$

en posant

(17) $$S = \int\left(\frac{1}{R} + \frac{3\sin\alpha}{r_0}\right)r_0^3\,ds,$$

intégrale étendue à toute la demi-méridienne.

» Lorsque l'expression $\frac{1}{R} + \frac{3\sin\alpha}{r_0}$ est égale à zéro en tous les points de la surface du solide, par exemple pour un disque, les équations (9), (13), (14) et (17) doivent être remplacées par les suivantes :

(9 *bis*) $$x' = m'u, \qquad y = n'u,$$

(13 *bis*) $$m'^2 = \left(\frac{4\pi^2}{T^2} + \mu^2\right)n'^2,$$

(14 *bis*) $$2m'n' - \frac{\rho}{\varepsilon} = 2\mu n'^2,$$

(17 *bis*) $$S = \int r_0^3\,ds.$$

» En résumé, S est connu dès qu'on donne la méridienne du solide. On a alors entre les neuf quantités I, A, B, C, μ, T, m', n', ε les six équations algébriques (2), (3), (13), (14), (15) et (16). En éliminant B, C, m', n', on conserve deux équations entre I, A, μ, T, ε. Donc : 1° si l'on connaît I, A, ε, on peut calculer les paramètres μ et T du mouvement; 2° si l'on déter-

mine expérimentalement μ et T et si l'on connaît en outre soit I, soit A, soit une relation entre I et A, on peut calculer ε.

» Nous avons calculé les valeurs de S pour différents solides, entre autres les ellipsoïdes, aplati et allongé; puis étendu notre théorie : 1° au cas d'un vase rempli de fluide; 2° au cas d'une méridienne discontinue; 3° au cas d'un solide en contact avec plusieurs fluides.

» Comme contrôle de cette théorie, nous espérons apporter bientôt les résultats d'expériences entreprises au laboratoire de M. Lippmann. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'acide vanadique sur le fluorure de potassium.* Note de M. **A. Ditte**, présentée par M. Debray.

« 1° Si l'on fond de l'acide vanadique en excès avec du fluorure de potassium dans un creuset de platine fermé, de manière à éviter autant que possible le contact de l'air, les deux substances se combinent avec dégagement de chaleur, et l'on obtient après refroidissement une masse cristalline rouge brique, que l'eau désagrège en donnant une solution rouge et un résidu ; cette liqueur dépose en se refroidissant des cristaux orangés, puis un mélange de ces mêmes cristaux avec d'autres plus gros. Les premiers sont des paillettes rouge orangé, brillantes, qui fondent aisément en un liquide presque noir ; ils contiennent $3VO^5, KFl, 5HO$; les seconds sont de gros prismes transparents, rouges, qui renferment

$$4VO^5, KFl, 8HO.$$

Le résidu épuisé par l'eau chaude laisse de l'acide vanadique et donne une dissolution qui dépose des paillettes de sesquivanadate de potasse provenant de ce que, malgré les précautions prises, une certaine quantité d'air a pu arriver jusqu'à la matière en fusion.

» On évite mieux le contact de l'air en plaçant le creuset de platine sur une couche d'amiante au fond d'un long tube de verre vert ; il se dégage, quand on chauffe, des traces d'eau et de matières fluorées qui attaquent légèrement le verre au-dessus du creuset, et l'on obtient encore une masse cristalline d'un beau rouge qui donne avec l'eau une solution de même couleur; celle-ci dépose d'abord de petits cristaux rouges à reflets dorés du composé $3VO^5, KFl, 5HO$; concentrée à chaud, l'eau mère donne en se refroidissant des cristaux analogues par un mélange de prismes rouge-rubis et de cristaux jaune-citron bien moins solubles, les premiers con-

tiennent $3VO^5, 2KFl, 6HO$, les seconds sont anhydres et renferment $VO^5, 2KFl$; il ne se dépose aucun vanadate de potasse.

» Tous ces composés sont facilement dissous par l'acide sulfurique en dégageant de l'acide fluorhydrique ; la dissolution dans l'acide sulfurique concentré est rouge ; elle devient vert clair lorsqu'on l'étend de beaucoup d'eau.

» 2° Les choses se passent d'une manière un peu différente quand c'est le fluorure de potassium qui domine ; l'acide vanadique disparaît encore très vite dans le sel alcalin en fusion, et la masse qui reste après refroidissement est non plus rouge, mais jaune clair ; traitée par l'eau froide, elle donne d'abord une liqueur incolore saturée de fluorure de potassium, dans laquelle les composés vanadiés sont à peine solubles ; puis, à mesure que le fluorure disparaît et qu'on renouvelle l'eau de lavage, la solution commence à jaunir ; en reprenant alors ce qui reste par une quantité d'eau chaude insuffisante pour tout dissoudre, on a une liqueur jaune un peu orangé, qui sépare, en se refroidissant, des paillettes du composé

$$2VO^5, KFl, 8HO ;$$

l'eau mère évaporée dans le vide donne des cristaux qui contiennent

$$3VO^5, 2KFl, 4HO ;$$

quant au résidu, soluble en totalité dans une quantité d'eau suffisante, il donne une liqueur jaune clair qui dépose, quand on l'évapore, de petits cristaux jaune-citron, dont la composition est exprimée par la formule

$$VO^5, 2KFl, 3HO.$$

» Avec un grand excès de fluorure de potassium, la masse fondue jaune-citron clair cède d'abord du fluorure à l'eau froide par laquelle on la traite ; on obtient ensuite une liqueur jaune, qui devient incolore quand on la chauffe, même en présence d'un excès de matière non dissoute, mais qui reprend sa teinte jaune en se refroidissant ; cette liqueur dépose d'abord de belles lames larges et minces, brillantes, d'un jaune un peu orangé, qui contiennent $3VO^5, KFl, 5HO$; l'eau mère concentrée dépose de petits cristaux blancs légèrement teintés de jaune verdâtre et qui renferment $VO^5, 4KFl, 3HO$; séparée de ces cristaux, la liqueur redevient jaune en refroidissant et il se forme, au bout de quelques heures, des cristaux qui renferment $VO^5, 2KFl, 2HO$.

» 3° Dans les opérations qui précèdent, nous nous sommes efforcé d'empêcher l'arrivée de l'oxygène jusqu'à la matière en fusion. On peut, au contraire, favoriser l'accès de l'air, et pour cela chauffer le mélange dans une capsule largement ouverte ; si l'on fond dans ces conditions un mélange renfermant un excès d'acide vanadique et qu'on le maintienne quelque temps fondu au contact de l'air, il se dégage des fumées acides, et l'on obtient après refroidissement une masse rouge orangé à cassure vitreuse; épuisée par l'eau chaude, elle laisse un résidu d'acide vanadique et donne une solution rouge qui dépose des cristaux de bivanadate de potasse en se refroidissant ; l'eau mère concentrée donne une nouvelle quantité de ce sel et laisse une eau mère qui, jaune à froid et presque incolore à chaud, donne des cristaux jaune-citron du composé $VO^5, 2KFl$.

» 4° Les choses se passent d'une manière analogue quand le fluorure est en excès ; le mélange fond au contact de l'air en un liquide brun foncé, non transparent, qui se solidifie en une masse jaune ; celle-ci abandonne à l'eau froide du fluorure de potassium qui empêche la dissolution des composés vanadifères ; puis, quand ce sel a été éliminé, on obtient une liqueur orangée qui dépose du bivanadate de potasse en laissant une eau mère jaune à froid, presque incolore à chaud ; en se refroidissant, elle dépose de petits cristaux blanc jaunâtre contenant $VO^5, 4KFl, 2HO$.

» 5° L'acide vanadique, fondu avec du fluorure de potassium, s'y combine donc en donnant des composés plus ou moins riches en fluorure; ce sont, du reste, les mêmes corps qui se produisent quand on opère au contact de l'air ou à l'abri de l'oxygène; toutefois, dans le premier cas, la présence de ce gaz a pour effet de permettre la formation d'une certaine quantité de potasse qui forme des vanadates avec une partie de l'acide vanadique employé; les composés obtenus :

$$4VO^5, KFl; \quad 3VO^5, KFl; \quad 2VO^5, KFl;$$
$$3VO^5, 2KFl; \quad VO^5, 2KFl; \quad VO^5, 4KFl$$

peuvent être comparés au chlorochromate de potasse, $2CrO^3, KCl$, et aux combinaisons analogues; leur solution, traitée par l'ammoniaque, ne donne ni coloration, ni précipité accusant la présence d'un oxyde inférieur du vanadium; si donc on veut les considérer comme renfermant un oxyfluorure, ce ne pourrait être que le composé VO^4, Fl dérivant de l'acide vanadique, et l'on pourrait écrire, par exemple, VO^5KO, VO^4Fl, au lieu

de $2VO^5, KFl$, comme on peut écrire CrO^3, KO, CrO^2Cl, au lieu de $2CrO^3, KCl$.

» 6° Les matières fondues peuvent renfermer de tout autres combinaisons; mais, quand on les traite par l'eau, on a des liqueurs renfermant des proportions variables des produits formés et de la matière en excès, d'où résultent des équilibres à la suite desquels de nouveaux composés peuvent prendre naissance; en effet, l'acide vanadique se dissout facilement dans une solution concentrée de fluorure de potassium, et se transforme en une substance cristalline, blanc verdâtre, peu soluble dans le fluorure alcalin en excès; cette matière n'est autre que le composé $VO^5, 4KFl$; la solution fluorurée chaude et incolore devient jaune en se refroidissant, et alors elle dépose des cristaux jaune-citron qui renferment $VO^5, 2KFl$.

» Les autres fluorures peuvent donner lieu à la formation de composés analogues, dont l'étude fera l'objet d'une prochaine Communication. »

CHIMIE. — *Cyanures de zinc ammoniacaux.* Note de M. **Raoul Varet**, présentée par M. Berthelot.

« Les chlorure, bromure, iodure de zinc donnent, avec l'ammoniaque, un nombre relativement considérable de combinaisons : il suffit de varier très peu les conditions dans lesquelles l'ammoniaque réagit sur ces sels pour obtenir des corps différents. Il arrive même que plusieurs combinaisons distinctes prennent naissance en même temps. Le résultat est bien différent lorsque l'on opère avec le cyanure de zinc; quelles que soient les conditions dans lesquelles on se place, on ne réussit jamais à obtenir que le corps $ZnCy, AzH^3, HO$ quand la réaction a lieu en présence de l'eau, et le corps $ZnCy, AzH^3$ dans les autres cas.

» $ZnCy, AzH^3, HO$. — Dans de l'ammoniaque légèrement chauffée, on dissout, jusqu'à saturation, du cyanure de zinc pur bien exempt d'oxyde; pendant l'opération, on fait passer dans la liqueur un courant de gaz ammoniac. On filtre et l'on fait passer de nouveau un courant d'ammoniaque dans la solution, en la refroidissant cette fois. Au bout d'un temps variable, il se fait un abondant dépôt de cristaux. On chauffe légèrement, afin de les redissoudre; on filtre, et la liqueur est abandonnée dans un endroit froid. On obtient ainsi de magnifiques cristaux transparents, prismatiques, répondant à la formule $ZnCy, AzH^3, HO$.

» L'analyse a donné :

		Théorie.
Zn	38,37	38,46
Cy	30,43	30,76
AzH^3	19,95	20,11
HO	»	10,67
		100,00

» C'est un corps très altérable à l'air; il blanchit et perd de l'eau et de l'ammoniaque; il est très soluble dans l'ammoniaque aqueuse et alcoolique. Lorsqu'il est récemment préparé, il est soluble dans l'eau, et un excès de ce liquide ajouté à la solution ne produit qu'un léger trouble; traité par l'eau plusieurs jours après sa préparation, il est immédiatement décomposé avec formation d'un trouble laiteux. On sait que presque tous les sels ammoniacaux de zinc se conduisent de la même manière vis-à-vis de l'eau.

» Traité par la soude à froid, il est décomposé lentement, et ce n'est qu'au bout de quatorze jours, pour une température moyenne de 25°, que son ammoniaque s'est dégagée, comme on peut s'en rendre compte par le Tableau suivant :

	AzH^3 dégagé.	
	Première expérience. Pour 100.	Deuxième expérience. Pour 100.
Au bout de 3 jours	13,07	13,11
» 5 »	14,93	14,83
» 7 »	19,35	19,03
» 14 »	20,39	20,32
» 16 »	Rien	Rien

» Le dosage par la soude à chaud donne, au bout de quarante minutes d'ébullition, 21,74 pour 100 de AzH^3; au bout du même temps et dans les mêmes conditions, le cyanure de zinc seul dégage 1,79 pour 100 de AzH^3, ce qui fait pour l'ammoniaque totale du corps $21,74 - 1,79 = 19,95$, résultat qui concorde bien avec celui obtenu au moyen de la soude à froid.

» On peut déshydrater ce composé dans un courant de gaz, AzH^3, sans pour cela qu'il y ait formation d'un corps plus riche en ammoniaque.

» $ZnCy, AzH^3$. — Dans une solution alcoolique d'ammoniaque, on dissout du cyanure de zinc jusqu'à saturation; pendant l'opération, on fait passer dans la liqueur un courant de gaz ammoniac. On filtre, et la solu-

tion obtenue est abandonnée sous une cloche ; il se dépose des petits cristaux transparents répondant à la formule $ZnCy, AzH^3$.

» L'analyse a donné :

Zn	43,08	43,05
Cy	34,15	34,43
AzH^3	22,27	22,51
	99,50	99,99

» C'est un corps très altérable à l'air ; il blanchit et perd de l'ammoniaque ; il est très soluble dans l'ammoniaque aqueuse et alcoolique.

» On peut encore obtenir ce corps par voie sèche, en faisant passer un courant de gaz ammoniac sec sur du cyanure de zinc sec et légèrement chauffé. Celui-ci se boursoufle, durcit, et il est nécessaire de le pulvériser de nouveau pour achever l'action du courant gazeux sur lui.

» On sait que H. Rose a obtenu de cette façon un grand nombre de composés ammoniacaux (chlorures). »

CHIMIE MINÉRALOGIQUE. — *Application d'un procédé de de Senarmont à la reproduction par voie humide de la célestine et de l'anglésite.* Note de M. L. **Bourgeois**, présentée par M. Fouqué.

« On sait que de Senarmont ([1]), ayant chauffé en tube scellé vers 250°, pendant soixante heures, du sulfate de baryte avec de l'acide chlorhydrique, réalisa pour la première fois la formation artificielle de barytine cristallisée sous les formes mph^1 ; mph^1a^2 ; $h^2a^2e^1$. Il n'eut pas le temps d'appliquer cette méthode à la reproduction des minéraux voisins ; mais on pouvait croire, presque avec certitude, qu'elle s'y prêterait plus facilement encore, vu la solubilité plus grande de ceux-ci dans les acides. Ayant eu l'occasion d'expérimenter dans cette voie, je viens faire connaître à l'Académie les résultats obtenus, conformes à mes prévisions.

» *Barytine.* — J'ai repris d'abord, à titre de comparaison, l'expérience de de Senarmont. Du sulfate de baryte précipité est chauffé pendant quelques heures vers 150° avec de l'acide chlorhydrique étendu de deux fois son volume d'eau ; on laisse refroidir lentement, on agite et l'on

([1]) *Annales de Chimie et de Physique,* t. XXXII, p. 157 ; 1851.

recommence plusieurs fois la même opération. Tout le sulfate avait revêtu une apparence cristalline avec les faces $a^2 e^1 h^1$. Tantôt les faces a^2 prédominent et donnent au cristal l'aspect d'un prisme orthorhombique terminé par le pointement e^1; tantôt, les faces h^1 étant les plus développées, on a des lamelles hexagonales bordées par e^1 et a^2. Axes optiques écartés dans le plan g^1, bissectrice aiguë perpendiculaire à h^1.

» *Célestine*. — Le sulfate de strontiane se dissout dans l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique en quantités relativement considérables, surtout à chaud; c'est un fait bien connu en Chimie analytique. La dissolution laisse déposer par refroidissement des cristaux de célestine (elle reste souvent sursaturée). Ainsi préparés, ceux-ci ne dépassent guère $0^{mm},1$, mais ils sont aisément reconnaissables au microscope et leur forme est la même que pour ceux qui vont être décrits. Pour obtenir des cristaux moins exigus, il convient d'opérer en tube scellé et de chauffer, vers 150°, du sulfate de strontiane précipité avec un excès d'acide chlorhydrique étendu de deux fois son volume d'eau; on laisse refroidir lentement dans le bloc, on agite et l'on recommence deux ou trois fois la même opération pour nourrir les cristaux. Ceux-ci atteignent quelques millimètres, avec les faces a^2 prédominantes, h^1 peu développée et les faces terminales e^1 et m. J'ai pu mesurer $a^2 a^2$ sur $p = 101°28'$ (naturel $101°11'$). Axes optiques presque perpendiculaires respectivement aux faces a^2. Je me suis assuré que le dépôt et l'accroissement de ces cristaux, commençant vers 100°, se poursuivent pendant plusieurs heures *à la température ordinaire*.

» *Anglésite*. — Le sulfate de plomb est également doué d'une solubilité relativement grande dans l'acide chlorhydrique, surtout à chaud; la liqueur dépose, par refroidissement, beaucoup de chlorure de plomb cristallisé et un peu de sulfate également cristallisé, facile à isoler par l'eau chaude. Si l'on prend de l'acide concentré et un excès de sulfate de plomb précipité, il suffit de chauffer quelques instants vers 100° pour que ce dernier se transforme entièrement en cristaux microscopiques. Pour avoir de beaux cristaux d'anglésite, il convient de chauffer en tube scellé, vers 150°, un excès de sulfate de plomb avec de l'acide chlorhydrique étendu de deux fois son volume d'eau. On laisse refroidir lentement, on agite et l'on recommence plusieurs fois la même opération. Le tube paraît rempli de paillettes et d'aiguilles de chlorure de plomb, ainsi que d'autres cristaux raccourcis; on lave ces sels à l'eau froide d'abord, puis à l'eau bouillante. Le résidu est constitué par des cristaux d'anglésite atteignant $1^{mm},5$, offrant les faces a^2 prédominantes avec le pointement e^1. Nous avons pu me-

surer a^2a^2 sur $p = 101°32'$ (naturel $101°13'$); e^1e^1 sur $g^1 = 104°26'$ (naturel $104°24'$). Axes optiques presque perpendiculaires respectivement aux faces a^2.

» *Crocoïse.* — Nous avons montré dans une Note antérieure ([1]) comment cette méthode s'applique à la cristallisation du chromate de plomb, sauf remplacement de l'acide chlorhydrique par l'acide azotique ([2]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un alcaloïde extrait du* fruit-de-loup. Note de M. **Domingos Freire.**

« On sait que la Médecine est redevable à la classe des alcaloïdes de ses agents les plus précieux; aussi toute recherche tendant à la démonstration de la présence d'un de ces corps dans les plantes ou dans l'organisme animal parait avoir un intérêt tout particulier. C'est pourquoi je me permets de présenter cette Note, dont je dois l'initiative à l'obligeance de M. le Dr Souza Fernandes, le zélé secrétaire de la Faculté de Médecine de Rio-de-Janeiro.

» En effet, il y a quelques mois, ce confrère m'avait prié d'analyser un fruit connu sous le nom vulgaire de *fruit-de-loup,* qu'on lui avait remis de l'intérieur du Brésil. C'est un fruit ayant la forme d'une très grande poire, porté par un végétal arborescent appartenant à la famille des Solanacées (*Solanum grandiflora,* variété *pulverulentum*). Sa couleur est verte extérieurement, mais son sarcocarpe offre une couleur blanche et une odeur vireuse assez prononcée. Ce sarcocarpe, assez épais, a une saveur amère et désagréable.

» Le procédé suivant m'a permis d'extraire de ce fruit un corps azoté se combinant aux acides et présentant les caractères d'un alcaloïde :

» On prend 1^{kg} de fruit, qu'on réduit en pulpe dans un mortier. On mélange intimement cette pulpe avec de la chaux éteinte. On ajoute à la masse une quantité d'eau distillée suffisante pour communiquer au tout la consistance d'une pâte molle. On abandonne le mélange à lui-même pendant quatre heures environ; puis, on dessèche au bain-marie. On laisse refroidir; on y ajoute 2^{lit} d'alcool absolu, en agitant le tout longtemps. On passe dans un linge, et l'on filtre sur du papier le liquide qui a passé,

(1) *Comptes rendus*, t. CIV, p. 1302; 1887.

(2) Laboratoire de M. Fouqué au Collège de France.

de façon à l'obtenir tout à fait limpide. On évapore lentement jusqu'à ce que la liqueur soit réduite à la moitié de son volume. Pendant l'évaporation, il se sépare une matière résineuse qui s'agglomère. On retire cette résine. On concentre le liquide restant jusqu'à un petit volume, et on l'abandonne à lui-même.

» Il se prend à la longue en une masse confuse, qu'on traitera par de l'eau légèrement acidulée par de l'acide chlorhydrique. On remarquera qu'une matière floconneuse se refuse à s'y dissoudre, tandis que l'alcaloïde se dissoudra à l'état de chlorhydrate. On filtre, on décolore la liqueur filtrée au moyen du charbon animal, et l'on précipite par de l'ammoniaque. On obtient ainsi un précipité blanc, abondant, floconneux, en blocs.

» On décante ce précipité, on le lave avec de l'eau distillée, afin d'entraîner exactement le chlorhydrate d'ammoniaque formé. Enfin, on dessèche le produit dans le vide en présence de l'acide sulfurique.

» On obtient ainsi une poudre blanche, très amère, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et dans les acides étendus.

» Cette poudre donne d'abondantes vapeurs ammoniacales lorsqu'on la chauffe avec un fragment de potasse. Elle présente les réactions générales propres aux alcaloïdes végétaux. Ainsi, ses solutions précipitent :

» En *jaune*, par le tétrachlorure de platine;

» Par l'iodure de potassium iodé, précipité *jaune* abondant;

» Par le tannin, un précipité *léger, trouble;*

» Par l'ammoniaque, un précipité *blanc*.

» Si l'on fait agir sur une petite quantité de cet alcaloïde une goutte d'acide sulfurique additionné de peroxyde de manganèse, il se produit une coloration *jaune,* passant rapidement au *vert* et ensuite au *violet*. Si l'on ne fait agir que de l'acide sulfurique seul, on obtient une coloration *jaune d'œuf* tirant au *rouge*.

» L'acide azotique concentré communique au même alcaloïde une nuance *jaune pâle* passant au *rouge pourpre*.

» Le poids moléculaire de ce corps, déduit du chloroplatinate, a donné le chiffre 236,4.

» La petite quantité de produit ne nous a pas permis d'en faire l'analyse centésimale. J'attends l'envoi d'une plus grande quantité du fruit, afin de compléter l'étude de cette substance.

» Je termine cette Note en faisant remarquer que le *fruit-de-loup* est un poison énergique. Son nom vient, dit-on, de ce que les moutons qui mangent ce fruit meurent tous promptement. En outre, le même fruit est

employé empiriquement, dans les localités où il se rencontre, pour combattre différentes maladies, surtout en usage externe.

» Ces faits nous donnent l'espoir que l'alcaloïde que nous étudions pourra avoir des applications utiles en Thérapeutique. Cette idée nous encourage à continuer cette recherche chimique.

» Nous proposons pour cet alcaloïde le nom de *grandiflorine*, qui aurait l'avantage de rappeler l'espèce d'où il provient (*Solanum grandiflora*), le nom du genre servant déjà à désigner un autre alcaloïde, la solanine. »

BOTANIQUE. — *Sur l'importance du mode de nutrition au point de vue de la distinction des animaux et des végétaux.* Note de M. **P.-A. Dangeard**, présentée par M. Duchartre.

« Les Chlamydomonadinées forment un groupe primaire au même titre que les Chytridinées; ces deux groupes se relient à leur base aux Flagellés, mais ne se détachent pas exactement au même endroit. Tandis que les Chytridinées sont intimement alliées aux Monadinées zoosporées dont elles ne diffèrent que par le mode de nutrition, ainsi que nous l'avons démontré [1], les Chlamydomonadinées semblent partir des Flagellés un peu plus haut dans la série. C'est également le mode de nutrition qui permet de noter le premier pas dans la direction végétale.

» Assurément, à ces limites, le développement ne diffère pas sensiblement entre un animal et un végétal, et cela doit être : le *Pseudospora Nitellarum* Cnk. possède des zoospores à un cil, des sporanges avec membrane de cellulose, des kystes à plusieurs enveloppes qui germent après un long temps de repos à la façon des sporanges; le *Sphærita endogena* Dangeard présente également des sporanges avec zoospores à un cil et des kystes; mais ces deux espèces, qui se ressemblent sous tant de rapports, vont se nourrir d'une manière bien différente : l'une, le *Pseudospora Nitellarum*, pour former son sporange, va introduire à son intérieur des grains de chlorophylle, de l'amidon, du protoplasma appartenant à la cellule de l'Algue dans laquelle elle se trouve; puis, après digestion, elle va épurer son propre protoplasma et former ses zoospores autour des résidus de la digestion qui vont être abandonnés dans le sporange; l'autre, le *Sphærita*

---

(1) P.-A. Dangeard, *Recherches sur les organismes inférieurs* (*Ann. des Sciences naturelles*, 7e série, *Bot.*, t. IV).

endogena, à aucun moment de son existence, n'introduit de particules solides dans son protoplasma. Ces deux espèces sont cependant placées dans les mêmes conditions : la première habite les cellules de *Nitella;* la seconde les cellules d'*Euglena;* mais les résidus de la digestion se forment à l'intérieur du corps dans le *Pseudospora;* ils sont externes au corps dans le *Sphærita;* le premier est un animal, le second un végétal. Si ce fait était isolé, nous n'aurions pas le droit de tirer cette conséquence; mais lorsque, plaçant d'un côté tous les organismes inférieurs qui se nourrissent à la manière du *Pseudospora* et, de l'autre, ceux qui se nourrissent à la manière du *Sphærita,* on arrive insensiblement d'un côté aux Rhizopodes et aux Infusoires proprement dits, de l'autre aux Péronosporées, Saprolégniées, Mucorinées, Ancylistées, c'est-à-dire, d'une part à tous les groupes principaux de Protozoaires, de l'autre aux principales familles de Champignons, il semble que l'on ne soit plus tenu à la même réserve.

» Dans les Algues, la différenciation du mode de nutrition accompagne également la différenciation végétale ; c'est ce qui ressort clairement des études de développement que nous avons entreprises sur les Chlamydomonadinées et qui seront prochainement publiées. Le point de contact de ce groupe avec les Flagellés se trouve tout près du *Polytoma Uvella* Ehr.; il n'y aura plus introduction des aliments à l'intérieur du corps, et le protoplasma, encore incolore dans le *Polytoma,* va se charger de chlorophylle à mesure que nous avancerons dans la direction végétale. Dans le *Chlorogonium euchlorum,* par exemple, la couleur verte est encore assez faible ; des globules, au nombre de cinq ou six, bleuissent légèrement par l'iode : c'est l'ébauche du corpuscule chlorophyllien ; ces corpuscules chlorophylliens vont se montrer avec tous leurs caractères dans les *Phacotus,* les *Chlamydomonas* et quelques genres nouveaux que nous aurons à décrire.

» Ces rapprochements ne sont point fondés sur des caractères de forme qui peuvent induire en erreur, mais sur une étude très complète du développement. Dans le groupe des Chlamydomonadinées, la cellule possède un noyau nucléolé, un ou plusieurs corpuscules chlorophylliens, deux ou quatre cils placés à l'avant, parfois un point rouge et des vacuoles contractiles.

» La multiplication de l'espèce se fait par une formation de cellules-filles à l'intérieur d'une cellule-mère ; les zoospores ainsi formées proviennent d'une bipartition répétée du protoplasma.

» Enfin, il y a tantôt une reproduction sexuelle par gamètes, avec

quelques modifications plus ou moins importantes selon les espèces, tantôt simplement une formation de kystes.

» Le caractère remarquable de ce groupe des Chlamydomonadinées, c'est de toucher par le bas aux Flagellés et de se continuer par le haut soit directement par les Volvocinées, soit latéralement avec les Pleurococcacées, les Tétrasporées, les Hydrodictyées, les Eudosphæracées. Il n'est pas jusqu'à la famille des Conjuguées qui, dans le développement de l'œuf, ne rappelle très nettement la reproduction sexuelle des Chlamydomonadinées.

» En résumé, les Chytridinées et les Chlamydomonadinées sont les deux groupes primaires du règne végétal ; ils se relient tous les deux par la base aux Flagellés, et donnent accès par le haut l'un aux Algues, l'autre aux Champignons. Le mode de nutrition seul permet de saisir le moment où s'accuse la différenciation végétale.

» L'incertitude qui existe encore au sujet des Eugléniens et des Péridiniens, incertitude qui, croyons-nous, disparaîtra par de nouvelles études sur ces êtres, ne peut empêcher de saisir dès maintenant les résultats généraux auxquels la considération du mode de nutrition nous a permis d'arriver. »

BOTANIQUE. — *Sur les suçoirs des Rhinanthées et des Santalacées.* Note de M. Leclerc du Sablon.

« Les plantes phanérogames non parasites absorbent les matières liquides qui leur sont nécessaires par les poils qui recouvrent les parties jeunes de leurs racines. Les parasites, au contraire, tels que le Gui, la Cuscute, les Orobanches, puisent tous leurs aliments liquides dans la tige ou dans la racine de leur hôte, au moyen de petits organes spéciaux, appelés suçoirs. Dans une troisième catégorie de plantes phanérogames, le mode de nutrition tient à la fois des deux précédents; les sucs peuvent être absorbés également par des poils radicaux et par des suçoirs. C'est sur les organes d'absorption des plantes de cette troisième catégorie, composée par les Rhinanthées et les Santalacées, qu'ont porté mes observations.

» La structure des organes d'absorption des plantes parasites a déjà été étudiée par plusieurs auteurs, notamment par MM. Chatin et de Solms-Laubach; je me suis surtout proposé de suivre le développement des

suçoirs, depuis le moment où ils apparaissent sur la racine de la plante parasite jusqu'à celui où ils sont définitivement fixés sur la plante hospitalière.

» RHINANTHÉES. — Les espèces que j'ai étudiées dans cette famille sont le *Melampyrum pratense*, le *M. sylvaticum*, le *M. nemorosum*, le *Rhinanthus major*, l'*Odontites rubra*, l'*O. lutea*, le *Pedicularis sylvatica*, le *P. palustris* et le *Tozzia alpina*.

» Je prendrai pour exemple le *Melampyrum pratense*. Les racines de cette plante sont normalement dépourvues de poils radicaux; les suçoirs commencent à se former vers l'extrémité des racines, peu de temps après le début de la germination. On voit alors se produire un léger renflement sur un des côtés de la racine; les deux assises de cellules qui constituent le parenchyme cortical s'allongent radialement, puis se divisent par des cloisons de directions variables. Les cellules de l'assise superficielle (assise pilifère) de la racine, à peu près isodiamétriques dans la partie non renflée de l'écorce, s'allongent en poils radicaux sur presque toute la surface du renflement. Ce fait est intéressant à noter, car il montre qu'avant de puiser des sucs dans une plante hospitalière, le suçoir peut, par toute sa surface, absorber les matières nutritives qui l'entourent; le suçoir fonctionne alors comme une racine de plante non parasite.

» Mais, bientôt après, le cloisonnement que je viens de signaler dans le parenchyme cortical se propage dans l'endoderme et le péricycle. Les ponctuations de l'endoderme disparaissent dans la région correspondant au suçoir, et il n'est plus possible alors d'assigner une limite entre le cylindre central et l'écorce.

» Ce n'est que lorsque le suçoir a déjà atteint une certaine dimension que quelques cellules, dont je vais décrire le mode de formation, pénètrent dans la plante hospitalière. Sur une coupe longitudinale pratiquée dans le suçoir suivant une direction convenable, on voit la cellule de l'assise pilifère, qui est au contact de la racine nourricière, s'allonger parallèlement à la surface jusqu'à acquérir une longueur qui peut être six à huit fois plus grande que sa longueur primitive. Dans une coupe tangentielle faite au sommet du suçoir, on voit qu'un certain nombre de cellules se sont allongées comme celle qu'on a observée dans une coupe longitudinale; ces cellules sont rangées sur une seule file perpendiculaire à la direction de leur allongement, ce qui explique pourquoi, dans une coupe longitudinale, on peut ne voir qu'une seule cellule allongée. Dans la partie moyenne de ces cellules allongées, on voit bientôt apparaître quelques cloisons ra-

diales qui délimitent trois ou quatre cellules à peu près isodiamétriques. Les cellules ainsi formées s'allongent rapidement vers l'extérieur et s'enfoncent dans la plante nourricière, soit en un faisceau compact, soit en s'isolant les unes des autres. Il se forme ensuite, comme on le sait, suivant l'axe du suçoir, un faisceau de cellules annelées qui relie les cellules absorbantes aux faisceaux ligneux du Mélampyre, et sert ainsi à transporter les sucs de la plante hospitalière dans la plante parasite.

» Dans les autres espèces que j'ai étudiées, il y a, sous le rapport de la formation du suçoir, des différences de détail caractéristiques de chaque espèce; on peut dire cependant que la marche générale du développement est la même que chez le Mélampyre. Dans tous les cas, c'est l'écorce qui prend la plus grande part à la formation du suçoir, et ce sont seulement les cellules de l'assise pilifère qui pénètrent dans la plante hospitalière pour absorber les sucs.

» Santalacées. — Les deux seuls genres de cette famille qui croissent spontanément en France sont le *Thesium* et l'*Osyris*. J'ai étudié le *Thesium humifusum* et l'*Osyris alba*.

» Lorsqu'un suçoir commence à se former dans une très jeune racine, une ou plusieurs assises de cellules superficielles de l'écorce sont déjà mortes ou exfoliées. Ce sont seulement des assises plus profondes qui contribuent à la formation du suçoir. Comme chez les Rhinanthées, les cellules de l'écorce se cloisonnent seules d'abord; ce n'est qu'ensuite que les cellules du péricycle entrent en voie de division. Vers l'extrémité du suçoir, les ponctuations de l'endoderme disparaissent; mais, dans la partie basilaire, un endoderme spécial se différencie aux dépens de l'endoderme de la racine et délimite ainsi, dans cette partie du suçoir, une écorce et un cylindre central.

» La pénétration dans la plante nourricière ne s'effectue pas comme chez les Rhinanthées. Ce sont des cellules du parenchyme cortical et non pas de l'assise pilifère qui pénètrent dans la racine hospitalière. De plus, la partie du suçoir qui pénètre dans l'hôte est formée d'un tissu assez abondant de cellules peu allongées et non pas seulement, comme chez le Mélampyre, d'une seule assise de cellules développées en forme de poils radicaux.

» Outre les suçoirs, les racines de Santalacées portent des poils radicaux qui fonctionnent comme dans les plantes non parasites.

» Dans tous les cas que j'ai observés, le suçoir pénètre en dissolvant les tissus de la plante nourricière au moyen d'actions chimiques spéciales,

et non pas en écartant mécaniquement les éléments de ces tissus. Le suçoir lui-même est toujours une formation exogène de la racine et ne peut, dans aucun cas, être comparé à une radicelle.

» L'étude des organes d'absorption de ces deux familles de végétaux parasites munis de chlorophylle nous montre donc la place intermédiaire que ces plantes occupent entre les Phanérogames entièrement parasites et celles qui n'absorbent que par des poils radicaux. »

GÉOLOGIE. — *Sur la découverte du carbonifère à fossiles marins et à plantes aux environs de Raon-sur-Plaine.* Note de M. **Bleicher**, présentée par M. Hébert.

« Dans une récente Note sur le terrain carbonifère des Vosges septentrionales (27 juin 1887), M. Ch. Vélain attribue, à juste titre, au terrain carbonifère les puissants massifs de calcaires, le plus souvent marmoréens, situés sur les deux versants de la vallée de la Bruche, en rappelant qu'ils avaient été jusqu'ici considérés, sans motif valable, comme dévoniens. Il se base sur la présence d'un certain nombre de fossiles marins bien caractérisés trouvés par lui dans cette région, et déterminés par M. Oehlert, et sur la liaison des gisements de ces fossiles avec les schistes et les grauwackes gréseuses, à impressions végétales du *culm*, et rapproche ce fait de la découverte, que nous avons faite il y a quelques années, d'un vaste développement de carbonifère à fossiles marins dans les Vosges méridionales.

» Nous sommes aujourd'hui en mesure de compléter ces observations, en annonçant que le carbonifère à fossiles marins et à plantes passe du versant de la vallée de la Bruche à celui de la vallée de Celles, en conservant ses caractères essentiels.

» A 1500^{m} environ au nord-ouest de Raon-sur-Plaine, vers le fond du vallon dit de la *cascade la Crache* (carte au $\frac{1}{40000}$ de Schirmeck et ses environs, publiée par Heller, *Directions des contributions directes*, à Schirmeck, 1879), et sur le flanc droit de la vallée, à peu de distance de la ligne frontière, mais sur le territoire d'Alsace-Lorraine, on trouve des carrières abandonnées de schistes ardoisiers, indiquées sur la Carte sous le nom de *Schieferbruch*. C'est en continuant sa route vers le fond du vallon, sur le même versant, par un sentier qui pénètre dans la forêt en montant un peu, que l'on arrive, au bout de quelques minutes, à une exploitation de calcaire marmoréen qui paraît également abandonnée. On se trouve alors

en face d'un massif peu étendu de roche de teinte grise, d'un aspect singulier, qui paraît emballée au milieu de schistes ardoisiers.

» Le front d'abatage de la carrière, qui a environ 3^m à 4^m de hauteur sur 5^m à 10^m de largeur, est difficile à aborder, à cause de la quantité de débris accumulés en halde devant lui. C'est dans ces débris, exposés depuis un certain temps à l'air, qu'il est possible de trouver des échantillons fossilifères significatifs. A première vue, la roche noduleuse grise, tachée de rouge, rappelle les roches à fossiles de Schirmeck, de Russ et, en choisissant bien ses échantillons, on y trouve, en effet, les mêmes fossiles : Polypiers entiers ou fragmentés, parfaitement reconnaissables et probablement déterminables, articles d'encrines et traces, malheureusement en très mauvais état, de bivalves et particulièrement de Brachiopodes.

» Ces fossiles marins sont emballés dans une roche schisteuse qui s'est moulée par suite d'actions dynamiques puissantes sur leur surface, et toute la masse ainsi formée est pénétrée de limonite. La fossilisation est à signaler; elle est surtout calcaire et dolomitique et, par places, siliceuse.

» Certains polypiers branchus (nous avons pu nous en assurer en les faisant polir et en les soumettant à l'action des acides) sont plus ou moins complètement silicifiés. La silice s'y trouve à l'état de grains transparents cristallins, c'est-à-dire à l'état de quartz, et nous sommes convaincus que les coupes microscopiques en voie de préparation démontreront mieux encore ce mode singulier de fossilisation. La roche non altérée par les actions atmosphériques se présente sur sa tranche, criblée de cavités géodésiques, qui paraissent quelquefois orientées suivant les plans de séparation des fossiles plus ou moins métamorphisés, qui en constituent la partie principale. Ces cavités sont remplies de cristaux de calcite, de dolomie, de fer spathique plus ou moins transformé par épigénie en limonite, et c'est précisément cette décomposition qui, en se produisant rapidement au contact de l'air, a permis de reconnaître la présence de fossiles dans cette roche où, à première vue, on ne serait pas tenté d'en soupçonner l'existence.

» Ce massif si curieux de roches calcaréo-siliceuses pénétrées de fer peut, grâce à la grande taille et à l'abondanee de ses polypiers branchus, être considéré comme un reste de récif, témoin de l'ancienne extension des polypiers dans les Vosges septentrionales, à l'époque carbonifère, et prendre rang à la suite des gisements de la vallée de la Bruche, où M. Vélain a trouvé les fossiles carbonifères indiqués dans sa Note, et où nous avons trouvé, il y a quelques années, des débris de polypiers roulés, empâtés dans les schistes du culm, preuve positive de la destruction des

massifs de polypiers, à l'époque où les sédiments vaseux et sableux sont venus combler la mer carbonifère.

» A Raon-sur-Plaine, nous n'avons pas trouvé de débris de polypiers empâtés dans les schistes noirs ardoisiers fortement métamorphiques qui, en amont et en aval, englobent la roche à fossiles marins, mais nous avons recueilli immédiatement en amont de la carrière des traces non équivoques de plantes. Celles-ci s'y trouvent au même état et dans les mêmes conditions qu'à Bussang, c'est-à-dire mal conservées et indéterminables. Cependant, sur deux échantillons que nous possédons, un présente une dichotomie très nette du genre de celle qui se rencontre chez les Lépidodendrées. En aval du massif calcaréo-siliceux, les schistes qui affleurent également, avec un caractère plus nettement ardoisier, ne nous ont rien donné de particulier. Mais il est à remarquer qu'en descendant le chemin qui mène aux ardoisières, avant d'arriver à celles-ci, on coupe un beau filon de porphyre fortement quartzifère, méritant à tous égards le nom de *microgranulite*.

» Remarquons aussi que, sur le chemin qui mène à ce gisement, avant d'arriver aux ardoisières, on rencontre des *spilites*, roches que nous sommes habitués à considérer depuis longtemps comme les compagnes fidèles de nos gisements carbonifères à fossiles marins dans les Vosges méridionales.

» La preuve du passage du carbonifère à fossiles marins et à plantes du versant alsacien au versant lorrain, que nous appelions de tous nos vœux dans une récente publication, *Le Guide du géologue en Lorraine*, se trouve donc ainsi faite, et les gisements de la vallée de la Bruche sont reliés par ceux de Raon-sur-Plaine à celui que, sur les renseignements fournis par M. Vélain, nous avons indiqué dans notre *Guide* (¹) aux environs de Moyen-Moutier, dans la vallée du Rabodeau. »

GÉOLOGIE. — *Sur la position géologique de la craie phosphatée en Picardie.* Note de M. N. de Mercey, présentée par M. Hébert.

« En 1849, Buteux avait signalé, à Beauval (Somme), une craie, à l'état arénacé au voisinage de la surface du sol, puis, en descendant, à celui d'agrégation. Une analyse faite à l'École des Mines, et devant corres-

(¹) Page 9.

pondre à un échantillon de la partie agrégée ou cohérente, donna une proportion d'acide phosphorique s'élevant à 13,5 pour 100; elle fut publiée par Buteux en 1855. En 1862, il figura la *craie phosphatée* de Beauval sur une Carte géologique du département de la Somme.

» Ayant, moi-même, reconnu, à Hardivillers (Oise), l'existence d'une craie identique à celle de Beauval, je fis connaître ce résultat, en 1863, et je classai les deux gisements de Beauval et d'Hardivillers à la base de la craie à *Belemnitella quadrata* reposant en discordance sur la craie à *Micraster cor-anguinum* à surface endurcie. Cette ligne de démarcation, que je venais, pour la première fois, de signaler à M. Hébert, entra au nombre des bases de sa division, devenue classique, de la craie en assises exactement définies.

» Je découvris, encore, un gisement de craie phosphatée, en 1867, et sa description me parut mériter d'être consignée dans une notice spéciale, où je fis la comparaison de ce gisement, situé à la limite de Dreuil-Hamel, vers Hallencourt (Somme), avec les gisements d'Hardivillers et de Beauval.

» Une des conclusions de ce travail tendait à la possibilité de la mise en exploitation de la craie phosphatée en Picardie.

» Quelques années plus tard, en 1874, l'exploitation de la craie phosphatée fut entamée en Belgique, aux environs de Mons, à Mesvin-Ciply, dans des couches appartenant au même étage de la craie qu'en Picardie, mais qui en constituent la partie terminale.

» En effet, à Mesvin-Ciply, la craie phosphatée se rencontre dans l'assise à *Cardiaster ananchytis*, épaisse d'au moins 20^m et reposant sur les craies de Spiennes et de Nouvelles, qui correspondent à la craie de Meudon, en présentant des épaisseurs plus que doubles de celle de cette assise dans le bassin de Paris, où elle se trouve réduite à environ 35^m.

» En Picardie, au contraire, la craie phosphatée se montre à la base de la craie à *Belemnites quadratus*, assise inférieure à la craie de Meudon et épaisse, en moyenne, de 37^m.

» Les couches phosphatées, qui occupent ainsi le sommet et la base de l'étage sénonien, présentent entre elles les plus grandes analogies sous les rapports de la structure et de la composition ainsi que des modes d'exploitation; elles peuvent servir à caractériser l'étage sénonien, nettement délimité par deux discordances, l'une inférieure, avec la craie santonienne à *Micraster cor-anguinum*, l'autre supérieure, avec la craie danienne à *Nautilus Danicus*, contenant à sa base un poudingue phosphaté inexploi-

table et dont Cornet a établi la transgressivité sur tous les dépôts antérieurs.

» Ces résultats se trouvent indiqués dans le Tableau suivant :

Danien	Craie à *Nautilus Danicus.*		
Sénonien.....	Craie à *Cardiaster ananchytis* avec craie phosphatée (Mesvin-Ciply)	20	92^m
	Craie à *Belemnites mucronatus*..........	35	
	Craie à *Belemnites quadratus* avec craie phosphatée à la base (Beauval, etc.; Hardivillers et Hallencourt)................	37	
Santonien....	Craie à *Micraster cor-anguinum.*		

» Les exploitations belges, peu développées jusqu'en 1877, époque où leur production n'arrivait qu'à 3912 tonnes, avaient progressé rapidement, de façon à atteindre, en 1884, 86360 tonnes, et à dépasser, en 1885, 100000 tonnes.

» Ces gisements, découverts et étudiés par Cornet, contiennent une moyenne de 18 pour 100 de phosphate tribasique de chaux, correspondant à 8,25 pour 100 d'acide phosphorique, proportion notablement inférieure à celle de 13,5 pour 100 indiquée dans l'analyse publiée pour Beauval par Buteux.

» D'un autre côté, ils ont présenté, en quantité restreinte, une portion dont l'exploitation a commencé, en 1879, sous le nom de *phosphate riche*, et dans laquelle la proportion d'acide phosphorique s'est montrée comme atteignant de 25 à 28 pour 100.

» Le traitement des parties moins riches par calcination, aération ou lavage, a été employé pour les amener à un degré de richesse plus ou moins voisin de celui du phosphate riche, ou bien la craie phosphatée a été livrée à l'agriculture, à l'état naturel, mais après avoir été finement broyée.

» L'industrie des phosphates de la craie, que Cornet avait créée et fait connaître par ses publications, et notamment par ses communications aux Sociétés géologiques de Londres et de Belgique, ainsi qu'à l'Académie royale de Belgique, ne tarda pas à pénétrer en Picardie, où elle commença à Beauval et dans les environs dans le cours de l'été de 1886.

» L'attention, toujours portée sur cette question par le savant ingénieur et géologue belge, valut à la Science, vers la fin de cette même année, un nouveau Mémoire, qui devait être le dernier de ces si consciencieux travaux. Avec sa précision habituelle, Cornet, en parlant des gisements de

phosphate de chaux du département de la Somme, avait commencé par remonter aux sources, il avait rappelé les indications de Buteux sur Beauval et reproduit intégralement mes renseignements sur Hardivillers, ainsi que la comparaison que j'avais faite de ce gisement avec celui de Beauval.

» Ces origines furent également rappelées de divers côtés. L'utilisation en Picardie des phosphates de la craie était l'application de faits acquis à la Science et d'un projet remontant à vingt années. L'initiative industrielle pouvait se concilier avec le respect de la vérité scientifique. Néanmoins, je me vis forcé de défendre les bases mêmes de la géologie de la région et de prouver que le *danien*, que MM. Poncin et Merle annonçaient, d'ailleurs, sans aucune indication géologique, avoir découvert à Beauval, n'avait jamais existé dans cette localité, où il n'y a, comme je l'ai établi en 1863, aucune couche de craie à *Belemnites quadratus*. J'indiquai également, d'une manière irréfutable, les différences et les analogies entre les gisements de Picardie et les gisements belges.

» Les analyses récentes révélaient une proportion d'acide phosphorique s'élevant de 25 à 40 pour 100 dans le *phosphate riche* de Picardie. Le mètre cube de ce phosphate fut payé aux propriétaires par divers exploitants de 7^{fr} à 12^{fr}. Des achats importants furent réalisés sur des bases de plusieurs centaines de mille francs l'hectare. Des détails circonstanciés à cet égard ont été donnés par M. Breton dans une Notice où les questions scientifiques ne sont pas aussi approfondies.

» De Beauval les exploitations se sont vite propagées dans quelques localités voisines. Dans toutes ces exploitations le but poursuivi est l'extraction hâtive du phosphate riche, se vendant aux fabricants de superphosphates à des prix montés jusqu'à 80^{fr} la tonne.

» Presque tout le phosphate ainsi exploité est exporté en Angleterre et en Allemagne. En même temps, la masse principale des gisements, quoique présentant des titres en acide phosphorique assez élevés pour être exploités dans l'intérêt de l'agriculture, est, immédiatement, recouverte de remblais.

» D'après les cubes et la composition, cette partie des gisements contient une quantité d'acide phosphorique de beaucoup supérieure à celle existant dans les couches très restreintes que constitue le phosphate riche utilisé pour la fabrication des superphosphates. D'un autre côté, ces derniers produits sont considérés par des chimistes d'une autorité spéciale, tels que MM. Grandeau et Joulie, comme d'un emploi agricole en définitive moins utile que celui des phosphates naturels. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'organisation comparée des feuilles des Sigillaires et des Lépidodendrons.* Note de M. **B. Renault**, présentée par M. P. Duchartre.

« Dans les magmas silicifiés de diverses localités aux environs d'Autun, et en particulier dans une tranchée de chemin de fer près de Dracy-Saint-Loup, nous avons rencontré un certain nombre de feuilles de Sigillaires à structure conservée, dont quelques-unes étaient encore en contact avec des fragments d'écorce portant des cicatrices *déterminables*.

» Voici en quelques lignes les résultats fournis par leur examen :

» 1° Les feuilles de Sigillaires sont longues et rigides; leur section transversale est subtriangulaire, sur une certaine étendue; elles présentent à la base la forme que l'on remarque aux cicatrices qu'elles ont laissées après leur chute.

» Au centre de la section, on voit un faisceau vasculaire unique, mais formé de *deux* bois, l'un composé d'une rangée de trachéides disposées en arc concave en dessus; les petites trachées occupent les deux extrémités. Il est enveloppé par une gaine de cellules à minces parois qui peuvent être considérées comme du liber; c'est le bois *cryptogamique* rappelant le bois de certains faisceaux de Fougères ou celui des cordons foliaires des feuilles de Lépidodendrons.

» Le *deuxième* bois, extérieur au premier, est également recourbé en arc; les deux extrémités se contournent pour envelopper plus ou moins complètement le bois cryptogamique. Ce bois extérieur est formé d'éléments ligneux à parois minces dont la différenciation rayonnante *centrifuge* est plus ou moins avancée. Les lames de bois différenciées se distinguent nettement au milieu des éléments à parois minces. Le liber est formé de cellules de parenchyme et de cellules criblées; ce dernier bois correspond au bois *phanérogamique* centrifuge des tiges de Sigillaires.

» Entre ces deux portions du cordon foliaire il existe une gaine à section transversale, variable de forme suivant les espèces de feuilles étudiées, et composée de cellules allongées, rectangulaires, sclérifiées. L'espace limité par cette gaine, souvent subtriangulaire, est rempli de tissu cellulaire extrêmement délicat, quelquefois détruit. Cette gaine, qui sépare les deux bois, prouve nettement leur indépendance, accusée déjà par la direction différente et la différenciation de leurs éléments.

» Les deux cicatricules arquées qui forment une sorte de parenthèse au cordon foliaire et qui *caractérisent* les cicatrices des Sigillaires ne correspondent à aucun organe particulier contenu dans l'épaisseur de la feuille; l'appareil sécréteur dont nous avons parlé dans une Note précédente ([1]) reste donc localisé et se développe uniquement dans la partie subéreuse de l'écorce.

» A la face *supérieure*, les feuilles de Sigillaires sont creusées, depuis leur base et presque jusqu'à leur extrémité, par une *gouttière* profonde correspondant à la concavité du cordon central.

» A leur face *inférieure*, les feuilles de Sigillaires présentent, au contraire, une sorte de crête ou de saillie longitudinale médiane, à angle vif ou plus ou moins arrondi suivant les espèces. Entre ce relief et les bords de la feuille, il existe *toujours* une rainure plus ou moins enfoncée dans le tissu de la feuille, commençant *de chaque côté* à mi-hauteur de la cicatrice, sans aucun rapport avec les appareils sécréteurs arqués, et se prolongeant jusqu'à son extrémité opposée. Les parois de ces deux rainures sont formées de cellules épidermiques à minces parois, dont un certain nombre se prolongent en poils et entre lesquelles on distingue les orifices de nombreux stomates localisés dans cette région.

» Le contour extérieur de la feuille est limité par un épiderme à cellules rectangulaires épaisses, doublé intérieurement par une couche de cellules hypodermiques régulière ou envoyant des prolongements dans le tissu parenchymateux de la feuille. Les parois des cellules épidermiques deviennent plus minces et la couche d'hypoderme cesse brusquement en arrivant aux deux canaux longitudinaux inférieurs où se trouvent localisés les stomates.

» Le parenchyme de la feuille est souvent formé, vers les bords, de cellules allongées dirigées très obliquement, par rapport à la nervure médiane, et destinées à provoquer un enroulement des bords et à fermer ou ouvrir plus ou moins la rainure stomatifère.

» 2° Sur une coupe transversale, les feuilles du *Lepidodendron selaginoides* ([2]) offrent une figure rhomboïdale dont la grande diagonale est dirigée horizontalement. Au milieu de la section se trouve un faisceau vasculaire dont le bois est formé d'une *seule* bande de fines trachées et

---

([1]) *Comptes rendus*, séance du 24 octobre 1887 : Cicatrices des *Syringodendron*.

([2]) *Untersuchungen über den inneren Bau Westfälischer Carbon-Pflanzen*, von Dr JOHANNES FELIX; Berlin, 1886.

de trachéides rayées et ponctuées. Cette bande est entourée par une très mince couche de cellules parenchymateuses qui peuvent être regardées comme la partie libérienne. Elle est, de son côté, entourée par une rangée de cellules plus fortes, sclérenchymateuses, formant une gaine continue. Il n'y a aucune trace de bois rayonnant centrifuge.

» Plus en dehors s'étend le mésophylle proprement dit, sous la forme d'une couche épaisse de parenchyme, qui, suivant le point où la section de la feuille est faite, peut acquérir plus ou moins d'importance; il est limité par un épiderme formé d'une rangée de cellules. Entre la partie centrale occupée par le faisceau et les bords de la feuille, on voit sur la coupe transversale deux ouvertures rondes; dans des cas très rares, ces cavités, que l'on ne rencontre qu'à la base de la feuille, sont remplies par un groupe de grosses cellules. Il est possible que la destruction de ces cellules ait formé une lacune ou un canal sécréteur.

» Beaucoup de feuilles de Lépidodendrées présentent à la face inférieure deux rainures analogues à celles des feuilles de Sigillaires, de sorte que, en l'absence de l'empreinte correspondant à la face supérieure des feuilles, munie d'une gouttière dans les Sigillaires, d'une côte saillante au contraire dans les Lépidodendrées, on pourrait éprouver quelque embarras à décider à laquelle des deux familles certaines feuilles doivent appartenir, et pourtant leur organisation interne est absolument distincte.

» La Note qui précède montre une fois de plus que les Sigillaires à écorce lisse ont été organisées sur un plan qui n'a pas varié depuis les racines jusqu'aux feuilles, plan qui est différent de celui reconnu chez les Lépidodendrées déterminables. »

MÉCANIQUE ANIMALE. — *Sur le vol des oiseaux.* Note de M. **Bertinet**. (Extrait.)

« Voici, pour un pigeon de 400^{gr}, la forme et les dimensions d'une aile. Chaque aile déployée est à peu près plane et se compose : 1° d'un rectangle dont l'un des côtés, ligne de contact avec le corps, a une longueur de $0^m,15$, et dont les côtés perpendiculaires à l'axe du corps ont une longueur de $0^m,12$; 2° d'une surface triangulaire ou plutôt d'un trapèze isoscèle attaché par sa grande base ($0^m,15$) au côté externe du rectangle précédent, ayant comme petite base (extrémité de l'aile), $0^m,03$, et comme hauteur $0^m,25$.

» Il existe deux modes principaux de vol : le grand vol et le petit vol.

» I. *Grand vol.* — Chez les pigeons, dans le grand vol, les mouvements de l'aile affectent la forme suivante : quand l'aile en s'abaissant passe par sa position moyenne, elle est tout étendue, les pennes de la main sont fortement projetées vers l'avant et les extrémités des ailes sont en face de la tête et même un peu en avant. L'aile continuant à s'abaisser, les pennes externes commencent à se replier, et les extrémités des ailes sont en face du milieu du corps, quand celles-ci arrivent au point le plus bas de la course. L'aile remontant, les mouvements de flexion de la main sur l'avant-bras et de l'avant-bras sur l'humérus s'accentuent et, quand les ailes ployées passent en remontant par leur position moyenne, les pointes des ailes sont en face de l'extrémité de la queue; l'aile continuant à monter, le déploiement commence, et quand les ailes arrivent au point le plus élevé de leur course, leurs extrémités sont de nouveau en face du milieu du corps; puis l'aile s'abaisse en continuant à se déployer, pour revenir à la position initiale. L'humérus et surtout la ligne qui joint l'épaule au corps ont un mouvement de circumduction; la dernière penne a simultanément dans le plan général de l'aile un mouvement d'oscillation de l'intérieur vers l'extérieur, et réciproquement. Le mouvement de circumduction de l'humérus a pour but d'éviter les points morts au moment du passage de la période d'abaissement à la période de soulèvement, et réciproquement. Dans le vol de départ ou d'arrivée, les ailes conservent leur étendue pendant tout le mouvement, et c'est alors seulement qu'il est vrai que la résistance de l'air sur l'aile remontante est en partie supprimée, grâce au passage de l'air à travers les interstices qu'il s'ouvre lui-même entre les extrémités des pennes. Cela n'a pas lieu dans le mouvement de grand vol; la résistance de l'air dans ce cas est supprimée presque totalement quand l'aile remonte, parce que l'aile est ployée, la hauteur du triangle de l'aile étant venue, grâce au mouvement de la main, se placer parallèlement à l'axe du corps et l'aile présentant alors une faible longueur.

» II. *Petit vol.* — Le petit vol n'a lieu que quand l'oiseau se déplace dans de l'air en mouvement. Alors les rectangles de l'aile restent dans une position à peu près invariable; ils tournent leur face inférieure du côté du vent. Ces rectangles et la queue font alors l'office d'aéroplane. La main a autour du carpe un mouvement de circumduction semblable à celui qu'avait tout à l'heure la droite joignant l'humérus au carpe; et en même temps ont lieu des mouvements de flexion des phalanges sur le métacarpe, ressemblant à ceux qu'avait tout à l'heure la main tout entière sur l'avant-bras. Quand l'oiseau va contre le vent, les rectangles le soutiennent et la

main fait naître surtout la force horizontale d'entraînement. Quand l'oiseau est poussé par le vent, les rectangles le soutiennent de même, et la main, en faisant naître une force horizontale de sens inverse au déplacement, empêche la vitesse de l'oiseau de devenir égale à celle du vent.

» La plupart des résultats qui suivent ne s'appliquent qu'au grand vol.

» III. La force d'appui qui prend naissance dans le mouvement de l'aile est à chaque instant, et aussi en valeur moyenne, proportionnelle au carré de la vitesse angulaire de rotation autour de la ligne de contact avec le corps, et enfin proportionnelle au cube de la longueur de l'aile. Quand les ailes passent par leur position moyenne, leur plan fait avec l'axe du corps, et au-dessus de cet axe, un angle d'environ 15°. Aussi la force d'appui est décomposable en une force verticale ou force ascensionnelle, et en une force horizontale entraînant l'oiseau vers l'avant. La durée totale de la révolution est de $\frac{1}{8}$ de seconde en moyenne chez le pigeon se déplaçant horizontalement; la période de relèvement dure moitié moins que la période d'abaissement. La force ascensionnelle moyenne est simplement égale au poids, c'est-à-dire qu'elle a une valeur de 600^{gr} dans la première période. Quand les ailes remontent, l'action de l'air sur la surface amoindrie, voisine du corps et fortement convexe vers le haut, est tout au plus de 20^{gr}. La force horizontale moyenne ne dépasse pas 40^{gr}.

» IV. C'est parce que la force ascensionnelle dans la période active est les $\frac{3}{2}$ du poids, que l'oiseau, en vertu de la faible vitesse verticale acquise pendant cette période, reste soutenu pendant la période de relèvement des ailes. Il revient dans le plan horizontal à la fin du battement. L'ascension verticale de son centre de gravité n'est que de 4^{cm} pour un déplacement horizontal d'environ 2^{m}. Ce n'est pas, dans le grand vol du moins, par une action de cerf-volant, due à l'utilisation de la vitesse horizontale acquise, que l'oiseau se soutient dans cette période de relèvement.

» V. La force ascensionnelle est engendrée presque exclusivement par le battement des parties triangulaires des ailes. Chaque aile ne fait naître par sa rotation qu'une force d'environ 150^{gr}. Mais, par suite du mode de mouvement, l'air ramassé par les ailes est lancé sous les parties rectangulaires, sous le corps et sous la queue. Le choc de l'air sur ces surfaces fait naître une force verticale, de bas en haut, égale à 300^{gr}. Les rectangles des ailes ont ainsi un rôle passif; ce rôle est partagé par la queue. Celle-ci est un *récupérateur* de la quantité de mouvement communiqué à l'air par les ailes.

» VI. La force horizontale est faible. Elle doit simplement permettre

à l'oiseau soutenu de lutter contre la résistance de l'air parallèlement à l'axe du corps. Cette résistance est faible, vu la forme allongée de l'oiseau.

» VII. Pour monter, l'oiseau donne à sa force ascensionnelle une valeur moyenne supérieure au poids. La vitesse verticale croît très rapidement avec l'excès de la force ascensionnelle sur le poids. Cet excès n'a qu'à déplacer un corps soustrait à la pesanteur. Les ailes se présentant à l'air par toute leur surface pour un déplacement suivant la verticale et par suite éprouvant une grande résistance, dès que le déplacement dans ce sens est rapide, l'oiseau se garde de prendre une grande vitesse dans cette direction.

» VIII. Le travail accompli par un pigeon de 400^{gr} pour se soutenir dans l'air sans se déplacer dans aucun sens est d'environ $1^{kgm},25$ par seconde. Quant au travail de déplacement dans le sens horizontal ou dans le sens vertical, il dépend essentiellement de la vitesse avec laquelle s'effectue le déplacement. Grâce au travail précédent, l'oiseau est soutenu et peut être considéré comme soustrait à l'action de la pesanteur. Il ne s'agit plus pour lui que de déplacer sa masse entièrement libre. Dans un milieu n'offrant aucune résistance au déplacement, une impulsion suivant la verticale donnerait à l'oiseau une vitesse initiale le faisant monter indéfiniment; une impulsion suivant l'horizontale l'entraînerait de même indéfiniment. Comme la résistance de l'air, le travail accompli pour aller d'un point à un autre est fonction de la vitesse. Un pigeon de 400^{gr} qui se meut horizontalement, avec une vitesse de 10^{m}, n'éprouve de la part de l'air qu'une résistance de 15^{gr}; par seconde, le travail est alors $0,015 \times 10 = 0^{kgm},15$. Dans le sens vertical, la résistance est grande à cause de la largeur des ailes perpendiculairement à cette direction. Avec une vitesse d'ascension uniforme de 5^{m}, le travail de cette ascension serait $0^{kgm},75$ par seconde. Ces nombres n'ont rapport qu'au grand vol dans un air calme. Dans le vol plané ou dans le petit vol, où l'action du vent est utilisée, le travail peut être très faible. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Contributions à l'étude des excitations électriques du myocarde chez le chien.* Note de M. **Marc Laffont**, présentée par M. Brown-Séquard.

« Les recherches que j'ai faites sur la *mort apparente chez les animaux anesthésiés, à la suite d'excitation du nerf vague* (*Comptes rendus*, t. CII,

p. 695; 1886) m'ont permis d'observer un fait qui a été le point de départ des recherches que je viens résumer aujourd'hui.

» J'essayai un jour (17 mai 1886) de faire sortir un animal de l'état de mort apparente en faradisant fortement les tissus. A cet effet, un aide implanta une aiguille dans le thorax et une autre dans la région cervicale. On fit passer par ces aiguilles un *courant très fort* qui donna lieu simplement à une contraction momentanée des muscles. Quelques minutes après, l'*inhibition* du cœur ayant cessé, je fus étonné de voir l'aiguille implantée dans le thorax présenter des oscillations rythmiques qui étaient dues à l'implantation de l'aiguille dans le ventricule gauche, ainsi que je le vis à l'autopsie.

» Le cœur avait donc été fortement faradisé à mon insu, et cependant le chien avait survécu. Vulpian ayant démontré que la faradisation directe et interne du myocarde tue infailliblement le chien, il y avait forcément dans mon expérience des conditions particulières d'où provenait cette différence de résultat, qu'il s'agissait d'expliquer.

» Voici quel a été le dispositif de mes expériences : tandis que Vulpian, pour immobiliser l'animal, n'avoir point de réaction générale et exciter *de visu* le myocarde, employait le curare, j'ai préféré anesthésier mes animaux, afin d'observer les modifications de la respiration.

» L'animal étant anesthésié, j'implante dans le cœur, à travers la paroi thoracique, une aiguille dont l'extrémité seule est dégarnie d'un vernis isolateur ; l'autre aiguille est implantée sur un point quelconque de la surface, ainsi que l'a enseigné Vulpian. Les modifications des systoles et de la pression artérielle sont enregistrées par l'intermédiaire de mon manomètre sphygmoscopique, mis en rapport, soit avec l'artère carotide, soit avec l'artère crurale. Les mouvements respiratoires sont enregistrés par l'intermédiaire du pneumographe de M. Marey ; des signaux électriques indiquent l'instant et la durée de la faradisation.

» J'ai ainsi étudié les phénomènes qui suivent :

» I. *Effets de l'excitation directe du myocarde avec un courant d'intensité croissante;*

» II. *Effets de l'excitation simultanée du myocarde et du nerf vague;*

» III. *Effets des mêmes excitations, l'animal étant intoxiqué par l'atropine.*

» I. *Effets de l'excitation du myocarde avec un courant d'intensité croissante. — L'excitation est-elle faible,* au début de l'excitation, j'ai obtenu une

accélération des battements du cœur avec diminution d'amplitude des systoles, phénomène qui avait échappé à Vulpian.

» *L'excitation est-elle moyenne,* il y a un arrêt du cœur avec diminution de la pression artérielle. Vulpian, qui avait observé cet effet, l'attribuait à une excitation réflexe des terminaisons du nerf vague. En effet, il semble au premier abord que les effets soient identiques; mais, tandis que, *lorsque l'excitation du nerf vague a été suffisante pour arrêter le cœur,* la reprise des battements se fait par des systoles artérielles plus énergiques, plus lentes, au contraire, lorsque les battements reparaissent après une faradisation du myocarde, les systoles sont plus rapides, mais moins énergiques qu'auparavant : cela a lieu lorsque l'excitation du nerf vague a seulement provoqué le ralentissement des battements du cœur.

» *L'excitation est-elle forte,* l'arrêt du cœur est définitif, le tremblotement de l'aiguille implantée dans le cœur traduit seul les trémulations de cet organe. Mais, en même temps, phénomène échappé forcément à Vulpian qui opérait sur des chiens curarisés, il se produit une première série de grands mouvements respiratoires qui s'arrêtent en inspiration; il se fait ensuite une respiration lente, graduelle, durant une, deux, trois et jusqu'à cinq minutes, et qui se traduit sur le tracé artériel par une ligne ascensionnelle régulière, puis une autre série de respirations saccadées, qui ne dure que quelques instants, l'animal mourant alors. Ces phénomènes respiratoires sont dus à une excitation bulbaire, car ils se produisent malgré la section des nerfs vagues.

» II. *Effets de l'excitation simultanée du nerf vague et du myocarde.* — Les expériences précédentes ne m'expliquant pas la survie que j'avais observée, après *une faradisation forte du myocarde,* j'ai pensé que ce phénomène était dû à l'état d'inhibition dans lequel se trouvait le cœur au moment même de la faradisation forte. J'ai donc répété les mêmes expériences, mais en excitant le myocarde après le début de l'inhibition du cœur sous l'influence de l'excitation du nerf vague; j'ai ainsi observé qu'avec un courant faible, même sur un animal profondément anesthésié, qui a eu une longue syncope respiratoire et dont le cœur bat comme celui d'une tortue, le cœur reprend aussitôt des battements accélérés; puis, succédant à la faradisation faible du myocarde, survient un arrêt, comme si cette excitation du myocarde, intercurrente à la faradisation, rendait au cœur son énergie normale. Après la cessation de la faradisation du nerf vague, le cœur reprend normalement son action par une excitation moyenne ca-

pable d'arrêter le myocarde en diastole. On observe, si cette excitation du myocarde a lieu pendant la faradisation du nerf vague, qu'il se produit une seule systole énergique analogue à celle que Tarchanoff a obtenue en excitant un nerf vague pendant l'arrêt provoqué par l'excitation de l'autre vague.

» Avec une excitation forte, capable de tuer l'animal, si cette excitation du myocarde a lieu pendant la faradisation du nerf vague, il se produit un effet semblable au précédent, c'est-à-dire une simple systole, et le cœur reprend normalement son action après l'excitation du nerf vague; tandis que cette excitation pratiquée sur le cœur à l'état normal, alors qu'il n'est pas inhibé par une excitation du nerf vague, fait infailliblement périr l'animal.

» III. *Effets de l'excitation du myocarde chez l'animal soumis à l'influence de l'atropine.* — Comme Vulpian, j'ai vu que l'atropine n'avait aucun effet protecteur, et que l'animal mourait aussi rapidement que s'il n'était pas soumis à l'influence de l'atropine, dont l'unique action est de supprimer la systole qui se produit toujours à l'état normal, lorsque l'excitation du myocarde est intercurrente à l'excitation du nerf vague. Avec l'atropine, l'arrêt ne se produit qu'au moment de l'excitation forte du myocarde, et cet arrêt est définitif.

» *Conclusions.* — Le cœur du chien, mammifère supérieur, réagit aux excitations électriques comme celui des Vertébrés inférieurs.

» L'inhibition cardiaque, provoquée par les excitations du nerf vague, permet au cœur de résister à des excitations capables de le tuer en dehors de cet état d'inhibition. »

COSMOLOGIE. — *Les météorites et l'analyse spectrale.* Note de M. **Stanislas Meunier.**

« Le dernier numéro des *Comptes rendus* (¹) renferme une Note de M. Norman Lockyer qui me paraît nécessiter quelques remarques. Il y a lieu, en effet, je crois, de protester, au nom de l'Histoire naturelle proprement dite, contre l'assimilation établie, dans le travail en question, entre les météorites et des molécules amorphes ou, du moins, dont les propriétés chimiques et physiques peuvent être considérées indépendamment de la structure.

(¹) Page 997.

» Les météorites, il faut le rappeler, sont des agrégations, souvent très compliquées, de minéraux différents, dont la manière d'être relative suppose nécessairement le jeu successif d'actions parfaitement déterminables. Malgré sa très haute et très légitime autorité, M. Lockyer ne fera jamais admettre à un lithologiste ayant étudié de près les roches cosmiques que « les météorites proviennent de la condensation de vapeurs produites par » des collisions, » et que « les petites particules s'accroissent au moyen de » la fusion, aussi produites par les collisions, et continuent à s'accroître » jusqu'à ce que les météorites soient assez grandes pour s'écraser par » collision quand la chaleur du choc ne suffit pas à produire la volatilisa- » tion de toute la masse ». Il n'y a certes pas un mot de ce passage qui s'applique à l'histoire des météorites, telles que les échantillons nous les ont fait connaître.

» Sans entrer ici dans des détails qui ont été donnés ailleurs, et pour m'en tenir à un seul fait dont la vérification sera fournie en quelques minutes par la vue d'une collection, celle du Muséum, par exemple, la célèbre météorite de Pallas ne peut aucunement résulter de réactions par voie de fusion, et sa nature suppose nécessairement l'existence antérieure d'un ensemble volumineux et compliqué dont elle faisait partie. Elle comprend, avec une structure très régulière, des minéraux si inégalement fusibles que l'application de la chaleur la désorganise aussi sûrement qu'elle désorganiserait un animal ou un végétal. D'un autre côté, outre que l'*anatomie* (si l'on peut dire) de cette météorite, prise ici comme type d'un groupe nombreux, y fait reconnaître, jusque dans les détails les plus intimes, les particularités de constitution caractéristiques de nos filons concrétionnés, l'expérience permet de la reproduire par le dispositif même qui s'applique à l'imitation synthétique des gîtes métallifères terrestres; c'est un cas où, comme dans tant d'autres, on se trouve amené, par l'éloquence même des faits, à la notion de la *géologie des météorites*.

» Personne n'a été plus que moi enthousiasmé par les immenses conquêtes de l'analyse spectrale appliquée à l'Astronomie, Science aux progrès de laquelle, comme M. Janssen, M. Lockyer a tant contribué, et je n'ai aucunement la pensée de porter atteinte à la sûreté de sa merveilleuse méthode; mais il faut bien remarquer que la comparaison des gaz météoritiques avec les radiations solaires, stellaires et cométaires ne prouve qu'une chose : l'unité de composition chimique de notre univers. Elle permet d'affirmer que les météorites ont tiré leur matière première de la même source que les astres proprement dits; mais elle ne saurait faire

retrouver des météorites dans l'espace voisin du Soleil ou dans la masse des comètes.

» Il est vrai, et la chose vaut d'être rappelée, que, dans ces dernières années et avec une hâte qui pourrait bien n'être pas suffisamment scientifique, quelques astronomes se sont laissés aller à identifier les météorites avec les étoiles filantes et les corpuscules qui composent peut-être la lumière zodiacale. Or, de la constitution intime de ces derniers, nous ne savons rien que ce qui concerne leur température et leur composition chimique. Aussi la prudence doit-elle nous interdire de donner à des objets si incomplètement définis le nom parfaitement précis de *météorites*, qui désigne des roches dont aujourd'hui déjà la nature et l'histoire commencent à être bien connues. »

M. **Jules Gfeller** adresse, à propos de la récente Communication de M. *de Freycinet*, quelques remarques sur les unités de longueur et de temps.

M. **G. Faurie** adresse un procès-verbal d'expériences qu'il a exécutées pour extraire l'aluminium et le silicium du kaolin.

M. **H. Sicard** adresse, de Nissan, dans l'Hérault, une Lettre relative aux avantages que présenterait l'emploi du colorant rouge-vin extrait des feuilles des plants de vignes à jus rouge.

M. **J. Delauney** adresse un nouveau Mémoire portant pour titre : « Dixième Mémoire : Le système de Sirius ».

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 novembre 1887.

Guide du géologue en Lorraine (Meurthe-et-Moselle, Vosges, Meuse); par M. G. Bleicher. Paris, Berger-Levrault et Cie, 1887; in-18. (Présenté par M. Hébert.)

Fondation Teyler. Catalogue de la Bibliothèque, dressé par C. Ekama; 5e livraison : *Paléontologie, Géologie, Minéralogie;* 6e livraison : *Géographie, Costumes, Voyages.* Harlem, héritiers Loosjes, 1886; 2 br. in-8°.

Archives du musée Teyler, série II, vol. III. Ire Partie. Harlem, héritiers Loosjes, 1887; gr. in-8°.

Recueil de Mémoires et observations sur l'Hygiène et la Médécine vétérinaires militaires, série II, T. XII. Paris, L. Baudoin et Cie, 1887; in-8°.

Natuurkundig tijdschrift voor Nederlandsch-Indië; deel XLVI, achtste serie, deel VII. Batavia en Noordwijk, Ernst et C°, 1887; in-8°.

Präcisions-Nivellement der Elbe; zweite Mittheilung : *von der Seevemündung bis auf die Insel Neuhof.* Berlin, 1881; br. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 DÉCEMBRE 1887.

PRÉSIDENCE DE M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur ce qu'on nomme le poids et la précision d'une observation*; par M. J. Bertrand.

« Les observateurs caractérisent le mérite d'une observation et définissent la confiance qu'elle inspire, tantôt par le poids, tantôt par la précision du résultat. Le poids d'une observation est k, lorsque, dans l'appréciation des résultats, quelle que soit la méthode adoptée, l'observation équivaut à k des observations dont le poids est pris pour unité.

» La précision d'une observation est h, lorsque la probabilité d'une erreur comprise entre x et $x + dx$ est la même que celle de l'erreur comprise entre hx et $h(x + dx)$ dans le système d'observation dont la précision est l'unité.

» Ces définitions, on l'aperçoit immédiatement, ne sont applicables qu'à certaines lois d'erreur. Rien n'autorise à affirmer, *a priori*, que la qualité des observations peut se remplacer par leur nombre. Lors même que l'on admet, ce qui est démontré, l'accroissement avec le nombre des observations de la confiance méritée par la moyenne, cette moyenne n'est pas pour cela assimilable à celle d'observations moins nombreuses faites dans de meilleures conditions. Lors même que, par une évaluation générale, quel qu'en soit le principe, on serait conduit à dire : tel résultat, tout compensé, vaut autant que tel autre, il n'en résulterait pas que tous deux donnassent pour une même erreur, grande ou petite, une même probabilité.

» La précision donne lieu à la même remarque. Si un instrument donne, pour une erreur inférieure à 10^s, la même probabilité qu'un autre pour une erreur inférieure à 20^s, il n'en résulte pas que, nécessairement, la probabilité d'une erreur inférieure à 20^s pour le premier soit égale à celle d'une erreur inférieure à 40^s pour le second.

» Que devient alors la définition de la précision?

» Il est intéressant de chercher quelles sont les lois de probabilités d'erreur, pour lesquelles chaque observation a un poids et une précision tous deux déterminés numériquement et rigoureusement mesurables.

» La probabilité d'une erreur comprise entre z et $z + dz$ étant pour un système d'observation $\varphi(z)\,dz$, et pour un autre système $\psi(z)\,dz$, les observations du premier système ayant un poids égal à l'unité, pour que celles du second aient un poids égal à k, il faut et il suffit que le rapport

$$\frac{\varphi(z)^k}{\psi(z)}$$

soit constant. La démonstration est facile.

» La précision du second système sera h, celle du premier étant prise pour unité, si le rapport

$$\frac{\varphi(hz)}{\psi(z)}$$

est constant.

» Pour que l'un des systèmes d'observation déterminant le choix des unités, l'autre donne aux résultats un poids k et une précision h, il faut que, h et k désignant des constantes, le rapport

$$\frac{\varphi(hz)}{\varphi(z)^k}$$

soit indépendant de z.

» De la relation

$$\varphi(hz) = G\varphi(z)^k$$

on déduit

$$\varphi(z) = G\varphi\left(\frac{z}{h}\right)^k,$$

$$\varphi\left(\frac{z}{h}\right) = G\varphi\left(\frac{z}{h^2}\right)^k,$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

$$\varphi\left(\frac{z}{h^n}\right) = G\varphi\left(\frac{z}{h^{n+1}}\right)^k;$$

multiplions ces équations, en élevant la seconde à la puissance k, la troisième à la puissance k^2, la $(n+1)^{\text{ième}}$ à la puissance k^n : nous obtiendrons

$$(1) \qquad \varphi(z) = G^{\frac{k^{n+1}-1}{k-1}} \varphi\left(\frac{z}{h^{n+1}}\right)^{k^{n+1}};$$

$\varphi(0)$ n'est pas nul, il est au contraire le maximum de $\varphi(z)$ et il est aisé de voir que $G\varphi(0)$ doit être égal à l'unité, sans quoi $\varphi(z)$ serait nul ou infini.

» $\frac{z}{h^{n+1}}$ étant infiniment petit, on peut développer $\varphi\left(\frac{z}{h^{n+1}}\right)$ par le théorème de Taylor. Ces termes de degré impair sont nuls s'il n'y a pas d'erreurs constantes et l'on peut écrire, en réduisant la série à ses deux premiers termes,

$$G\varphi\left(\frac{z}{h^{n+1}}\right) = 1 + \beta\left(\frac{z^{2\mu}}{h^{2(n+1)\mu}}\right),$$

β étant une constante et 2μ un exposant pair qui dépend de la forme de la fonction, mais qui, en général, sera égal à 2.

» L'équation (1) donne alors

$$(2) \qquad \varphi(z) = \left(1 + \frac{\beta z^{2\mu}}{h^{2(n+1)\mu}}\right)^{k^{n+1}} G^{\frac{1}{k-1}},$$

qui équivaut, n étant supposé infini, à

$$(3) \qquad \varphi(z) = G^{\frac{1}{k-1}} e^{\beta z^{2\mu} \frac{k^{(n+1)}}{h^{2(n+1)\mu}}};$$

pour que cette expression ne soit ni nulle ni infinie et pour qu'elle devienne nulle pour z infini, il faut que $\frac{k}{h^{2\mu}}$ soit égal à l'unité et que β soit négatif.

» $\varphi(z)$ doit donc enfin être de la forme

$$\varphi(z) = Ae^{-m^2 z^{2\mu}}. \tag{4}$$

» Si la seconde dérivée de $\varphi(z)$, pour $z = 0$, n'est pas nulle, on aura $\mu = 1$ et la loi est celle proposée par Gauss.

» En dehors de la formule (4), aucune loi ne permet d'attacher aux mots *poids* et *précision* un sens rigoureux et précis. Si l'on suppose $\mu = 1$, ce qui est, comme on sait, la seule loi pour laquelle la moyenne de n mesures soit la valeur la plus probable, la condition $\frac{k}{h^2} = 1$ montre que le poids est égal au carré de la précision. »

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Lettre à M.* Bertrand, *à propos de sa précédente Note « Sur un théorème relatif aux erreurs d'observation »*; par M. **Faye**.

« Paris, le 4 décembre 1887.

» En lisant l'énoncé de votre très curieux théorème de probabilités, dans les derniers *Comptes rendus*, j'ai fait la remarque suivante :

» Si l'on considère toutes les combinaisons deux à deux des erreurs, les rapports des sommes correspondantes aux plus grandes et aux plus petites de ces erreurs sont compris entre les limites 1 et 3,915, infiniment peu probables par elles-mêmes, mais dont la moyenne 2,457 diffère peu du nombre 2,414 relatif à votre tirage au sort. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Réponse à M.* Mascart, *à propos de la déviation des vents sur les Cartes synoptiques;* par M. **Faye**.

« Préoccupé, dans ces derniers temps, de répondre aux auteurs qui s'efforcent de produire artificiellement des trombes ascendantes, ou qui ont vu des tornados, par la force de leur aspiration, déboucher des bouteilles dans les caves, faire sauter, comme par un fourneau de mine, des maisons trop bien closes ou des vaisseaux dont les écoutilles sont bien fermées, pomper jusqu'aux nues l'eau des étangs ou des mers avec les poissons ou même des oiseaux, etc., toutes choses qui impriment un aspect si singulier à une branche importante de la Météorologie, je n'avais pas donné à l'objection de MM. les Directeurs des observatoires centraux de Berlin et de

Paris toute l'attention qu'elle mérite. Et, puisque mes premières explications ont peu satisfait notre éminent Confrère M. Mascart, je chercherai à les compléter ici.

» On a vu, par ma Note du 28 novembre, que, d'après ma théorie, cette déviation des flèches du vent est purement localisée dans les dernières spires et n'entame pas l'édifice tourbillonnaire. Elle est due uniquement à la résistance que le sol oppose aux dernières girations descendantes des cyclones, au moment où elles viennent le frapper obliquement. D'après cela, cette déviation doit être plus faible en pleine mer, à cause de la mobilité de l'eau, et bien plus faible encore en *plein air*.

» C'est justement ce que nous montrent les Cartes synoptiques. La déviation, qui s'élève à 29° en moyenne sur le continent européen, et même à 47° sur le sol des États-Unis, tombe subitement à 10° ou 12°, et même moins, sur les stations des côtes, là où la mer occupe une partie de l'horizon. Les météorologistes en concluent, comme moi, que cette déviation est due à la résistance du sol; qu'elle doit être bien plus petite que 10° en pleine mer et plus faible encore à quelque hauteur au-dessus du sol. M. Mascart le nie. Voici des citations qui ne laissent rien d'indécis à ce sujet :

» Les déterminations de M. Cl. Ley, dit le Dr Sprung [1], si importantes à cause de leur comparabilité mutuelle, montrent de la manière la plus nette que la résistance du sol est bien moindre aux stations des côtes qu'à l'intérieur des terres.

» D'après la petitesse de la valeur que M. Cl. Ley applique à cette déviation sur les côtes, dit à son tour M. W. Ferrel [2], nous devons conclure qu'à la mer, et pareillement dans les régions plus élevées de l'air, cet angle est considérablement plus petit, en sorte que la sécante peut être remplacée par l'unité.

» Voilà des faits et des conclusions indiscutables; ce n'est pas ma théorie qui, comme le croit M. Mascart, est en contradiction avec ces faits : c'est la théorie régnante. D'après celle-ci, le mouvement centripète de l'air doit entraîner une énorme masse d'air sans cesse renouvelée vers le pied du cyclone. Ce mouvement centripète, à peine altéré par la si lente rotation du sol autour de la verticale du centre, est en effet le trait saillant dans cette théorie : c'est lui qui seul alimente le cyclone et lui donne la vie, pour ainsi dire. Au lieu de cela, que voyons-nous? On trouve bien, sur les

---

[1] *Lehrbuch der Meteorologie*, p. 121.

[2] *Professional Papers of the Signal Office*, n° XII, p. 43.

Cartes synoptiques, un rudiment de mouvement centripète, indiqué par une simple déviation de 29°, mais ce rudiment ne se manifeste que là où le mouvement de l'air est gêné. Là où ce mouvement est moins entravé (sur les côtes), cette tendance centripète, au lieu de s'accuser mieux, diminue brusquement des deux tiers. Là enfin où l'air a libre carrière pour affluer vers le centre, cette tendance centripète disparaît : quelle étonnante théorie !

» Si, au lieu de considérer ce qui se passe en un même lieu du globe, nous examinons comment se comportent ces phénomènes aux diverses latitudes, nous rencontrons les mêmes contradictions. Cette déviation centripète devrait aller en augmentant vers l'équateur, là où la rotation du sol cesse d'influer sensiblement sur le phénomène tel que les météorologistes le comprennent. A 10° de latitude, par exemple, l'air devrait marcher presque en ligne droite vers le prétendu centre d'aspiration. Eh bien, c'est au contraire là que le mouvement giratoire est le plus accusé ! Je plains sincèrement les savants qui se croient forcés d'étudier les faits à la lumière de théories pareilles.

» Si l'on m'a opposé l'objection que je réfute en ce moment à l'aide des faits mêmes qu'on voudrait tourner contre mes idées, c'est que ce qui saute tout d'abord aux yeux quand on regarde les Cartes synoptiques, ce sont justement ces déviations continentales de 29° en Europe, de 47° en Amérique. *On ne remarque pas que ces mêmes déviations se réduisent à quelques degrés sur les côtes.* Heureusement, M. Cl. Ley a eu l'idée de les étudier ; il les a cherchées sur les Cartes, et par ainsi chacun est à même d'apprécier la raison de ces déviations si fortes à l'intérieur des terres, si faibles près de la mer.

» Entrons maintenant, pour achever à ce point de vue la comparaison des deux théories, dans des détails qui, pour ne pas sauter aux yeux à l'aspect des Cartes synoptiques, n'en existent pas moins inscrites sur elles en caractères bien lisibles. Un cyclone a, comme les tourbillons de nos cours d'eau, deux mouvements, l'un giratoire, dont nous venons de parler, qui donnerait lieu, à lui seul, à cause de la résistance du sol, tout en bas et en bas seulement, à une déviation continentale de 29° en moyenne (Europe) sur tout son contour ; l'autre de translation vers le nord-est (en Europe également, Cl. Ley). Celui-là éprouvera aussi une résistance et subira un autre genre de déviation, mais cette seconde déviation ne sera pas la même sur tout le contour du cyclone comme la précédente. Afin de simplifier, réduisons le cyclone à l'immobilité, en attribuant au sol ce mouvement de

translation, mais en sens inverse, vers le sud-ouest. Négligeons, en outre, les détails, pour ne considérer que ce qui fait le fond du phénomène dans la théorie adverse : je veux dire le mouvement centripète de l'air. A l'avant du cyclone, au nord-est, l'air marchera en vertu de l'aspiration centrale vers le sud-ouest, et l'adhésion de l'air avec le sol qui l'emporte dans ce sens augmentera cette vitesse sans y introduire de déviation. Même effet à l'arrière, sauf pour la vitesse qui sera diminuée d'autant. Ainsi, dans la théorie régnante, la déviation sera nulle à l'avant et à l'arrière, tandis que la déviation maximum se produira sur la droite et à gauche du cyclone. Dans mon système, ce sera précisément l'inverse : la déviation maximum aura lieu à l'avant, la déviation minimum aura lieu à l'arrière; sur les côtés il n'y aura rien, *du fait de la translation*.

» Cela posé, comparons ces théories aux faits. Justement M. Clément Ley a aussi étudié et mesuré les faits de cet ordre sur les Cartes synoptiques. Il a trouvé à l'avant du cyclone un maximum de déviation de 35° 11', pour les vents de sud-est; à l'arrière, un minimum de 9° 4' (vents de nord-ouest); à droite et à gauche, des déviations intermédiaires de 17° 48' et de 20° 13', uniquement dues aux vitesses de giration.

» D'après cela, je demanderai à MM. de Bezold et Mascart quelle est la vraie théorie, celle qui s'accorde avec les faits et aurait pu les faire prévoir, ou celle qui les contredit en plein et partout?

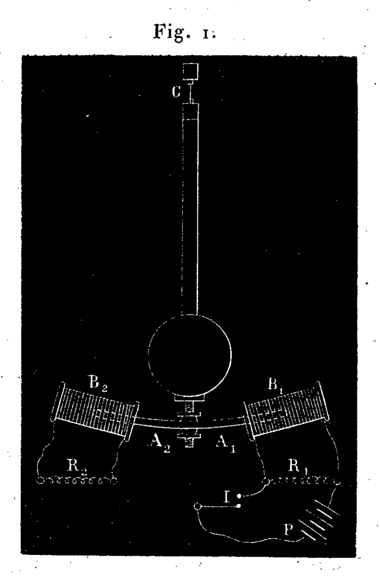
» Ces nombres répondent à nos latitudes où la vitesse de translation est considérable, et où la résistance continentale est grande. En mer, sous les tropiques, toutes ces déviations sont très faibles, à peine sensibles pour des observations qui ne sauraient s'accumuler en un même point comme sur nos Cartes. Elles ont dû échapper aux auteurs de la découverte des lois des tempêtes; aujourd'hui encore, l'étude de chaque tempête en particulier aurait bien de la peine à les mettre en évidence. Ils ont donc eu cent fois raison de considérer ces cyclones comme des girations circulaires, et c'est à ce point de vue que j'ai traité moi-même la question dans ma Notice intitulée : *Défense de la loi des tempêtes* (*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1875). Je n'ai rien à changer à ce que j'ai écrit à ce sujet il y a treize ans. Depuis cette époque, les Cartes synoptiques se sont multipliées; ce ne sont pas des objections qu'elles ont apportées à ma théorie, mais d'éclatantes confirmations. »

CHRONOMÉTRIE. — *Sur la synchronisation des horloges de précision et la distribution de l'heure.* Note de M. **A. Cornu.**

« Les études théoriques et expérimentales relatives à la synchronisation des systèmes oscillants (*Comptes rendus*, t. CIV, p. 1463 et 1656) s'appliquent immédiatement aux horloges de précision et à la distribution de l'heure. Je décrirai brièvement la construction et les propriétés d'un dispositif très simple, applicable à toute espèce d'appareils oscillants et réalisant les conditions théoriques dans lesquelles le problème de la synchronisation a été résolu.

» *Dispositif général.* — On fixe transversalement à la tige du balancier à synchroniser (*fig.* 1), au-dessous (ou au-dessus) de la lentille et dans le

Fig. 1.



plan d'oscillation, un barreau aimanté $A_1 A_2$ courbé suivant une circonférence concentrique à la suspension C : deux bobines en bois ou en ébonite, couvertes de fil de cuivre isolé $B_1 B_2$, enveloppent respectivement les extrémités de ce barreau; leurs axes coïncident avec la direction moyenne de déplacement du pôle correspondant. L'une de ces bobines B_1 reçoit le courant électrique synchronisant (*liaison synchronique*) et fonctionne *par attraction* sur le pôle d'aimant qu'elle enveloppe; l'autre B_2, fermée sur une

résistance convenable R_2, produit, par l'action inductrice de l'autre pôle, l'amortissement nécessaire à la synchronisation (¹).

» Si la longueur du barreau et celle des bobines sont suffisamment grandes relativement à l'amplitude du déplacement des pôles, les portions utilisées du champ magnétique des bobines ont une intensité sensiblement uniforme : on réalise ainsi d'une manière pratiquement rigoureuse les trois forces capables de produire la synchronisation (*loc. cit.*, p. 1464), savoir :

» 1° Force principale (composante du poids) proportionnelle à l'écart;

» 2° Force perturbatrice (amortissement) proportionnelle à la vitesse;

» 3° Force additionnelle (liaison synchronique) d'intensité périodique, indépendante de la position du système.

» *Éléments de réglage. — Courant.* — Le courant synchronisant lancé à chaque période Θ par l'horloge directrice (figurée ici par le contact-distributeur I dans le circuit de la pile P) peut être réglé de plusieurs manières :

» 1° Par le nombre et la grandeur des couples de la pile;

» 2° Par la durée de l'émission du courant;

» 3° Par la dérivation R_1 reliant les extrémités des fils de la bobine B_1.

» La pile n'a pas besoin d'être très énergique : l'action électromagnétique de la bobine, étant tangentielle et s'exerçant à l'extrémité d'un long bras de levier, est très puissante; aussi reconnaît-on, dès les premiers essais, qu'un courant extrêmement faible (quelques millièmes d'ampère) suffit pour mettre en mouvement un balancier de plusieurs kilogrammes partant du repos. C'est un des avantages les plus précieux de ce dispositif : il le doit à deux particularités qu'il importe de mettre en lumière.

» L'action électromagnétique d'une bobine donnée est proportionnelle au produit de l'intensité du courant par la masse magnétique du pôle d'aimant sur lequel elle agit. On dispose donc, par le choix du barreau aimanté, d'un facteur qui permet de multiplier la force électromagnétique par un nombre considérable. Mais on dispose encore ici d'un autre facteur, la durée de l'émission du courant : en effet, le courant n'a pas besoin d'être instantané (*voir* les remarques *loc. cit.*, p. 1660 et 1664); or, dans le cas où l'amortissement est notable, cette durée peut s'étendre utilement jusqu'à une demi-période. Grâce à ces deux multiplicateurs, on pourrait diminuer

---

(¹) Ce dispositif, en apparence identique à celui de Jones et à d'autres plus récents, en diffère par l'utilisation d'une bobine comme *amortisseur*; condition essentielle, dont l'importance n'avait pas encore été signalée.

en quelque sorte indéfiniment l'intensité du courant, si l'on n'était pas limité par certains phénomènes secondaires et par la nécessité de laisser à cette intensité une valeur suffisante pour le fonctionnement des électro-aimants (enregistreurs, relais, parleurs, téléphones, etc.) qu'il est utile de maintenir dans le circuit.

» L'emploi des courants faibles est avantageux à bien des points de vue : l'un des principaux est d'éviter les étincelles d'extra-courants de rupture, qui altèrent à la longue les surfaces de contact (en platine pur) du distributeur; l'addition d'un condensateur Fizeau ou d'une résistance électrolytique polarisable ([1]) en dérivation aux bornes du distributeur achève d'assurer la conservation parfaite des contacts.

» La dérivation R_1 est aussi un palliatif des extra-courants de la bobine B_1; elle fournit, en outre, un réglage facile de l'action électromagnétique indépendant de celui de la pile et du distributeur, avantage très grand lorsque l'horloge distributrice se trouve à une grande distance de l'appareil synchronisé. Il ne faut pas oublier que cette dérivation ferme d'une manière permanente le circuit de la bobine B_1 et la fait agir comme amortisseur concurremment avec la bobine B_2.

» *Réglage de l'amortissement.* — La valeur de l'amortissement est corrélative de celle du courant employé; en effet, plus l'amortissement est faible, moins la force motrice synchronisante a besoin d'être énergique. Il semble donc qu'on ait intérêt à employer un amortissement et un courant aussi faibles que possible pour économiser les piles et ménager les contacts du distributeur. Mais, d'un autre côté, plus l'amortissement est grand, plus la durée du régime variable est courte (*loc. cit.*, p. 1465), par conséquent, plus la synchronisation est rapide, parfaite et indépendante des variations inévitables du courant synchronisant : c'est donc l'amplitude de ces variations anomales qui déterminera la grandeur de l'amortissement à employer; de sorte qu'en dernière analyse, le réglage cherché dépendra presque exclusivement des conditions pour ainsi dire *télégraphiques* du circuit.

» Le critérium d'un synchronisme parfait est, en effet, la constance de

---

([1]) Le *coupe-courant* de M. d'Arsonval, formé de deux fils de fer plongeant dans quelques centimètres cubes d'une solution aqueuse de potasse, est un excellent dispositif : on en règle le nombre d'après l'étincelle de rupture; avec les courants dont il est ici question, un seul suffit en général.

l'amplitude du balancier synchronisé : cela résulte des expressions (13) et (14) (*loc. cit.*, p. 1661) qui donnent l'amplitude $\mathcal{A}$ et la phase γ limites :

$$\mathcal{A} = \frac{u\mathrm{T}}{2\pi(\Theta - \mathrm{T})} \sin\gamma, \tag{13}$$

$$\tan\gamma = \frac{2\pi}{\alpha\Theta}\,\frac{\Theta - \mathrm{T}}{\mathrm{T}} = \frac{2\pi}{\alpha\mathcal{T}}. \tag{14}$$

» On reconnaît aisément, en se reportant à la démonstration et à la *fig.* 2, que les erreurs de synchronisme ne sont à redouter que pendant les régimes variables accidentels survenus à la suite d'un changement

Fig. 2.

dans la grandeur moyenne de l'action synchronisante u. C'est pour cela qu'on a intérêt à réduire autant que possible la durée de ces régimes variables par la grandeur de l'amortissement.

» Il est important de remarquer que, dès qu'un nouveau régime permanent est atteint (amplitude redevenue constante), toute trace de la perturbation disparaît, si la perturbation n'a porté que sur la force synchronisante u, quand bien même la nouvelle amplitude serait différente de l'amplitude primitive; c'est qu'en effet la différence de phase γ entre l'horloge directrice et le balancier synchronisé est indépendante de la valeur de cette force.

» On voit dans la même formule (14) un autre motif pour donner à l'amortissement α une valeur notable : c'est qu'on atténue proportionnellement l'erreur provenant d'une variation de la différence des périodes $\Theta - \mathrm{T}$, puisque α est en dénominateur.

» Il en résulte encore qu'on peut synchroniser deux balanciers pour lesquels cette différence $\Theta - \mathrm{T}$ est relativement considérable, à la condition d'augmenter l'amortissement ; on obtient aisément le synchronisme entre deux horloges dont la différence de marche diurne est de ± 4 mi-

nutes, c'est-à-dire entre une horloge *sidérale* et une horloge *moyenne* [1].

» *Remarque*. — L'amortissement, absolument nécessaire pour arriver au synchronisme, peut être obtenu de bien des manières; on pourrait, par exemple, employer un simple tube de cuivre, ou, rejetant toute induction électromagnétique, utiliser le frottement d'un fluide visqueux, ou simplement de l'air [2]. Mais l'emploi de bobines à fil isolé permet d'établir ou de supprimer à volonté l'amortissement additionnel sans rien changer aux conditions purement mécaniques de l'appareil; ainsi, il suffit d'ouvrir les circuits des deux bobines pour retrouver le mouvement du balancier libre, affranchi de toutes les actions ou réactions électromagnétiques destinées à le synchroniser. Cette condition est éminemment favorable à l'étude expérimentale du réglage.

» *Balanciers entretenus mécaniquement*. — Les résultats précédents, rigoureux dans le cas d'un *balancier libre*, c'est-à-dire indépendant de tout mécanisme, s'étendent sans peine au cas où le balancier est soumis périodiquement, comme dans les horloges, à une action automatique qui restitue la force vive absorbée par les résistances passives.

» L'analyse mécanique de l'influence de l'échappement et des rouages montre que tout revient, au point de vue analytique, à supposer le coefficient α non plus constant, mais fonction de l'amplitude, c'est-à-dire à remplacer, dans la formule (14), α par $\beta = f(\mathcal{A})$. Cette condition complique théoriquement toutes les propriétés si simples énoncées précédemment; mais, dans la pratique, la fonction f diffère très peu d'une constante et sa variation n'exerce qu'une influence minime. Dans le cas des horloges à poids [3], par exemple, on démontre aisément que la valeur de β est

---

(1) J'ai même atteint $6^m 30^s$: le système Foucault-Vérité employé à l'Observatoire et à la Ville de Paris ne tolère que quelques *secondes d'avance* diurne.

(2) C'est même à l'existence presque inévitable de résistances proportionnelles à la vitesse, produisant un faible amortissement, que divers systèmes de synchronisation, incorrects en théorie, parviennent à fonctionner : on s'explique alors pourquoi leur réglage est toujours délicat et leur stabilité précaire.

(3) L'étude expérimentale de l'amplitude des balanciers d'horloge, lorsqu'on fait varier le poids moteur, m'a conduit à la loi suivante :

L'amplitude limite du balancier d'une horloge est proportionnelle à la racine carrée du poids moteur.

On retrouve cette loi empirique par la théorie, en admettant :

1° Que la pression de la roue d'échappement sur le balancier s'effectue au moment du passage à la verticale; c'est la condition que les horlogers cherchent à remplir;

2° Que la force vive restituée au balancier pendant l'échappement est égale au travail de la chute du poids moteur.

donnée par

$$\beta = \alpha_0 + \alpha_1 - \frac{h}{\mathfrak{M}^2}, \qquad \text{où} \qquad h = \frac{pz\mathrm{T}}{4\pi^2\mu},$$

α_0 représentant le coefficient d'amortissement du pendule libre, α_1 celui que produit l'amortisseur, et h un paramètre proportionnel au travail dû à la chute z du poids moteur p à chaque période T du balancier, et en raison inverse du moment d'inertie μ.

» Comme, dans les horloges de précision, le travail du poids moteur dépensé à chaque oscillation est très faible, le coefficient h est très petit : de sorte que l'amortissement additionnel α_1 nécessaire pour rendre la différence de phase γ sensiblement indépendante de l'amplitude limite, c'est-à-dire pour légitimer l'identification du balancier d'horloge à un balancier libre, n'est pas considérable. Il y a même un cas important où l'identification est rigoureuse, c'est celui où l'amplitude limite est égale à celle que prend le balancier quand on supprime la synchronisation (ouverture des circuits des deux bobines). Au voisinage de cette amplitude, qu'on cherchera généralement à conserver, l'influence du terme perturbateur sera donc négligeable.

» *Remarque.* — Les détails un peu minutieux avec lesquels les éléments de réglage viennent d'être décrits pourraient faire supposer que le réglage des appareils synchronisés est délicat à obtenir et difficile à conserver : il n'en est rien. L'expérience, au contraire, réussit immédiatement et l'on constate, non sans surprise, que le balancier à synchroniser, partant du repos, se met en marche de lui-même dès qu'il reçoit l'action périodique du moindre courant; d'autre part, avec des courants relativement intenses, on reconnaît que le balancier *ne s'emporte pas* outre mesure : c'est qu'en effet l'amortisseur, dont l'action est presque insensible aux petites amplitudes, agit aux grandes amplitudes comme un frein puissant. Cette précieuse propriété de l'amortisseur laisse une grande latitude pour le réglage du courant. La discussion précédente a donc eu surtout pour but de mettre en lumière toutes les ressources que comporte le dispositif et de montrer comment, dans chaque cas, on peut obtenir le maximum d'effet utile, soit qu'on recherche l'extrême précision, soit qu'on vise surtout à l'économie d'entretien.

» *Applications.* — L'application pratique de ce système de synchronisation a été déjà réalisée dans des circonstances très diverses : la régularité du fonctionnement a toujours été complète. Je l'emploie à l'École Polytechnique, depuis plusieurs années, à synchroniser divers appareils, en particulier deux horloges à secondes; à l'Observatoire, sur la demande de

notre Confrère M. l'amiral Mouchez, j'ai adapté ce système à la synchronisation des deux horloges du pavillon des Longitudes. Enfin, au Service géographique de l'Armée, notre Confrère M. le général Perrier l'a fait expérimenter par M. le capitaine Defforges sur deux horloges distantes de 40^{km}; malgré l'imperfection de la ligne qui permettait à peine la correspondance télégraphique, la synchronisation a été aussi satisfaisante que possible.

» Le problème de la distribution de l'heure à une précision voisine du centième de seconde me paraît donc complètement résolu. Il n'est peut-être pas indifférent de faire remarquer que le dispositif est simple, d'un réglage facile et n'exige que de faibles courants. »

M. Albert Gaudry fait hommage à l'Académie d'un Volume intitulé : *Les ancêtres de nos animaux dans les temps géologiques*, et s'exprime dans les termes suivants :

« Outre mes principaux Ouvrages, j'ai fait paraître, dans divers Recueils, des articles où j'ai exposé mes idées sur les origines et les développements du monde animal pendant les temps géologiques. Les éditeurs de la *Bibliothèque scientifique contemporaine* ont pensé qu'il pourrait être de quelque intérêt de réunir plusieurs d'entre eux et d'y joindre les résumés de mes Ouvrages sur l'Attique et sur le Léberon, que peu de personnes peuvent se procurer en raison de leur étendue et de leur rareté.

» Un de mes élèves, M. Marcellin Boule, agrégé des Sciences naturelles, a bien voulu se charger de coordonner ces travaux : je le remercie du soin et du talent avec lesquels il s'est acquitté d'une tâche qui n'était pas sans difficulté.

» Le Livre que j'ai l'honneur d'offrir à l'Académie renferme d'abord l'indication des phases par lesquelles l'étude de la Paléontologie a passé. La première phase a été celle où Cuvier a prouvé qu'il y avait eu autrefois un monde d'êtres fossiles différents des espèces actuelles. Dans la seconde phase, plusieurs paléontologistes, et surtout Alcide d'Orbigny, ont montré que les temps géologiques ont été partagés en un grand nombre d'époques, dont chacune a été caractérisée par des formes spéciales. Dans la troisième phase, qui est celle où nous sommes, nous commençons à étudier les rapports des espèces de toutes ces époques, tâchant de préparer la voie à nos successeurs, qui sans doute un jour parviendront à découvrir le plan magnifique de la Création.

» J'ai réuni des travaux qui ont été faits à ce point de vue, notamment

le résumé de mes recherches sur Pikermi. Dans ce résumé, j'ai dressé des Tableaux où j'ai rangé plusieurs animaux fossiles suivant l'âge où ils ont paru sur la terre. J'ai mis d'abord les Mammifères de l'éocène inférieur, puis ceux de l'éocène moyen, puis ceux de l'éocène supérieur, puis ceux du miocène inférieur, puis ceux du miocène moyen, puis ceux du miocène supérieur, ceux du pliocène, ensuite ceux du quaternaire, et enfin ceux de l'époque actuelle. Depuis l'époque où ces Tableaux ont été dressés, beaucoup de découvertes de Mammifères fossiles ont été faites en Europe et surtout en Amérique. Malgré leur importance, j'ai cru devoir peu modifier mes Tableaux, afin de leur laisser leur caractère primitif; car le seul mérite que je veuille revendiquer pour eux est d'avoir été composés à une époque où les paléontologistes n'avaient pas encore les riches matériaux qu'ils possèdent aujourd'hui.

» Mon Livre se termine par un historique de la Paléontologie dans le Museum; j'y parle de mes éminents prédécesseurs : Alcide d'Orbigny, le vicomte d'Archiac, Édouard Lartet, et j'y donne quelques renseignements sur la galerie provisoire de Paléontologie, nouvellement installée dans le Museum. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'aimantation par influence.* Note de M. **P. Duhem**, présentée par M. Darboux.

(Commissaires : MM. Cornu, Darboux, Sarrau.)

« *Quantité de chaleur dégagée dans une transformation d'un système qui renferme des aimants.* — Les paramètres qui, avec la température absolue, définissent l'état du système étant choisis de telle sorte que les forces extérieures n'effectuent aucun travail si T varie sans que les autres paramètres varient, et les forces extérieures étant supposées admettre à température constante un potentiel W, la quantité de chaleur en question est donnée par la formule

$$\begin{aligned}\mathrm{E}\,d\mathrm{Q} = -\,d\Big\{&\mathrm{E}(\mathrm{U}-\mathrm{TS}) + \mathrm{W} + \mathrm{Y} - \mathrm{ET}\frac{\partial}{\partial\mathrm{T}}(\mathrm{U}-\mathrm{TS})\\ &+\int\!\!\int\!\!\int\left[\mathfrak{F}(\mathrm{M},\mathrm{T}) - \mathrm{T}\frac{\partial\mathfrak{F}(\mathrm{M},\mathrm{T})}{\partial\mathrm{T}}\right]dx\,dy\,dz\Big\}.\end{aligned}$$

» *Influence de l'aimantation sur la chaleur dégagée dans une réaction*

chimique. — Pour appliquer la formule précédente au cas où la modification considérée est une réaction chimique, deux cas sont à distinguer :

» 1° Le corps entrant en combinaison est un aimant permanent; le système ne renferme pas d'autre aimant ou d'autre corps magnétique. Dans ce cas, on peut énoncer le théorème suivant :

» *Si le corps entrant en combinaison est magnétique et si son coefficient d'aimantation croît ou demeure constant lorsque la température croît, la chaleur dégagée par la combinaison est plus grande lorsque le corps est aimanté, que lorsqu'il ne l'est pas. En tout autre cas, le signe de la différence entre ces deux quantités de chaleur ne peut être prévu* a priori *sans données numériques*.

» 2° Le corps entrant en combinaison est un corps magnétique dénué de force coercitive. Dans ce cas, on peut énoncer le théorème suivant :

» *Lorsqu'une substance magnétique (mais non diamagnétique) entre en réaction pour fournir une combinaison chimique, dont le magnétisme soit négligeable, elle dégage une moindre quantité de chaleur lorsque la combinaison s'effectue dans un champ magnétique que lorsque la combinaison s'effectue en dehors du champ, pourvu que le coefficient d'aimantation diminue ou demeure constant lorsque la température croît; si ce coefficient augmente avec la température, on ne peut plus rien prévoir sans données numériques*.

» *Influence de l'aimantation sur la possibilité d'une réaction chimique*. — Dans du sulfate de cuivre, on plonge un morceau de fer doux, et le tout est placé dans un champ magnétique. Le cuivre se dépose sur ce morceau de fer doux autrement qu'en dehors du champ magnétique. On peut énoncer la proposition suivante :

» *Le cuivre ne peut se déposer sur le fer doux aux points dont l'aimantation surpasse une certaine valeur; la ligne de séparation entre les points où le cuivre se dépose et les points où il ne se dépose pas est, pour le fer doux, une ligne d'égale intensité d'aimantation*.

» Si l'on suppose que, toutes choses égales d'ailleurs, une réaction est d'autant plus rapide qu'elle correspond à une plus grande quantité de travail non compensé, on pourra énoncer la proposition suivante :

» *En un point, le dépôt de cuivre sera d'autant plus épais que l'aimantation en ce point est plus faible; les lignes où ce dépôt a la même épaisseur sont des lignes d'égale intensité d'aimantation*.

» Ces propositions rendent compte des phénomènes observés par M. Ira Remsen et par M. Rowland; elles complètent la théorie de ces phénomènes proposée par M. P. Janet ([1]).

» *Chaleur dégagée dans le déplacement d'une masse magnétique.* — Lorsqu'on déplace un aimant permanent en présence d'autres aimants permanents, la chaleur dégagée est simplement équivalente au travail effectué par les actions mutuelles de ces aimants.

» Il n'en est plus de même lorsqu'on déplace en présence d'aimants permanents une masse dénuée de force coercitive. Dans ce cas on peut énoncer la proposition suivante :

» *Lorsqu'une substance magnétique (mais non diamagnétique) se trouve soumise à l'action d'aimants et lorsqu'on l'éloigne ensuite à l'infini, elle absorbe de la chaleur si son coefficient d'aimantation demeure constant ou diminue lorsque la température croît. En dehors des conditions que nous venons d'énoncer, le sens du phénomène thermique ne peut être prévu sans données numériques.*

» Un raisonnement qui nous paraît incomplet avait amené Sir W. Thomson ([2]) à énoncer une proposition notablement différente :

» *Une masse magnétique que l'on éloigne d'aimants permanents s'échauffe si son coefficient d'aimantation croît avec la température et se refroidit si son coefficient d'aimantation diminue lorsque la température croît.*

» Dans le cas d'une masse magnétique dont le coefficient d'aimantation serait indépendant de la température, le phénomène thermique serait nul d'après la proposition de Sir W. Thomson; au contraire, il y a absorption de chaleur d'après notre proposition. »

M. G. **Dubreuque** adresse, de Saint-Amand (Cher), un Mémoire intitulé : « La chaleur considérée comme mode d'énergie potentielle ».

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

([1]) P. Janet, *De l'influence du magnétisme sur les phénomènes chimiques* (*Journal de Physique*, 2e série, t. VI, p. 286; 1887).

([2]) W. Thomson, cité par Mascart et Joubert, *Traité d'électricité et de magnétisme*, t. I, p. 712.

CORRESPONDANCE.

M. A. Laboulbène informe l'Académie qu'il retire sa candidature à la place vacante dans la Section d'Économie rurale.

M. E. Duclaux prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place actuellement vacante dans la Section d'Économie rurale.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

La Commission polaire allemande adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, deux Volumes portant pour titre : « Die internationalen Polarforschungen, 1882-1883. Die Beobachtungs-Ergebnisse der deutschen Stationen. Band I : Kingua Fjord. Band II : Sud-Georgien ».

ASTRONOMIE. — *Nébuleuses nouvelles* (1), *découvertes à l'observatoire de Paris*. Note de M. G. Bigourdan, communiquée par M. Mouchez.

Nos.	Ascension droite. 1860,0.	Distance polaire. 1860,0.	Description.
51....	12^h. 4^m.31^s	45°.29′	Étoile 13,3 accompagnée d'un peu de nébulosité.
52....	12.17. 7	40.26	Gr. : 12,9; 40″ de diam.; plus brillante au centre, sans noyau.
53....	12.20.10	61.23	Objet très faible, formé peut-être par 2 ou 3 étoiles entremêlées de nébulosité.
54....	12.22.19	81.12	Gr. : 13,5; très diffuse.
55....	12.28.53	62.12	Étoile qui paraît accompagnée de nébulosité.
56....	12.44.12	60.19	Gr. : 13,4; sans noyau.
57....	12.44.19	60.28	Gr. : 13,4; paraît allongée vers la direction 30° de l'angle de position.
58....	12.47.24	62.10	Gr. : 13,4; très petite; aspect stellaire; est distincte de 5675 G. C.

(1) Cette liste fait suite à celle de la page 926 de ce Volume.

Nos.	Ascension droite. 1860,0. h m s	Distance polaire. 1860,0. ° ′	Description.
59....	12.48.38	61.15	Gr. : 13,5; insaisissable; a dans son intérieur une étoile 13,4-13,5.
60....	12.49.26	61.15	Gr. : 13,4-13,5; insaisissable, sans noyau.
61....	12.49.48	61.48	Gr. : 13,4; 8″ à 10″ de diamètre.
62....	12.52.32	61.15	Gr. : 13,4; 15″ de diam.; aspect un peu stellaire. Se distingue difficilement de 3343 G. C. dont elle est très voisine.
63....	12.52.46	61.17	Gr. : 13,4; 10″ de diam., avec petit noyau stellaire.
64....	12.52.49	61.15	Gr. : 13,4-13,5; 20″ de diam., sans noyau.
65....	12.52.53	61.19	Gr. : 13,4-13,5; 15″ de diam.; aspect un peu stellaire.
66....	12.53. 2	61.19	Gr. : 13,4; 15″ de diam., sans noyau; très légèrement plus brillante vers le centre.
67....	12.53.13	61.12	Gr. : 13,4; 20″ de diam.; centre d'aspect un peu stellaire.
68....	12.53.31	60.56	Gr. : 13,3-13,4; 15″ de diam.; ronde, plus brillante au centre, avec un noyau un peu stellaire.
69....	12.53.32	61.18	Gr. : 13,5; 1′ de diam.; très voisine de 3354 G. C.
70....	13.46.38	97.14	Gr. : 13,4; ronde; 1′ de diam., sans noyau.
71....	14. 6. 9	68.41	Gr. : 13,4; 25″ de diam.; noyau assez stellaire.
72....	14.13.22	54.16	Gr. : 13,4-13,5; 30″ de diam.; très diffuse.
73....	14.13.37	54.12	Petit amas d'étoiles très faibles entremêlées de nébulosité.
74....	14.23.50	75.21	Gr. : 13,4-13,5; 30″ de diam., sans noyau. Est distincte de 3911 G. C.
75....	14.59.24	87.51	Gr. : 13,1-13,2; 10″ à 15″ de diam.; ronde, noyau stellaire; elle est très voisine de 4045 G. C., dont elle forme le compagnon.
76....	15.55.20	70.14	Gr. : 13,5; 30″ à 40″ de diam., sans noyau.
77....	16. 8.23	61.31	Gr. : 13,4; noyau stellaire.
78....	16.15.10	51.59	Gr. : 13,4-13,5; ronde, sans noyau, très légèrement plus brillante vers le centre.
79....	16.18.24	48.52	Gr. : 13,5; 40″ de diam., sans noyau.
80....	16.45.56	87.23	Gr. : 13,3; diffuse; paraît allongée à peu près suivant son cercle horaire.
81....	17.32.14	71. 5	Gr. : 13,3; 7″ à 8″ de diam., aspect stellaire.
82....	17.38.13	64.24	Gr. : 13,3; aspect stellaire.
83....	18.10.10	65. 0	Paraît être un amas de 30″ de diam., formé d'étoiles très faibles, entremêlées peut-être de nébulosité; est distincte de 5907 G. C.
84....	20.39.47	90. 4	Gr. : 13,3-13,4.

Nos.	Ascension droite. 1860,0.	Distance polaire. 1860,0.	Description.
	h m s	° ′	
85....	20.40. 9	89.59	Gr. : 13,4; formée par une étoile accompagnée de nébulosité.
86....	20.40.10	90. 8	Gr. : 13,5; trace de nébulosité avec étoile très faible.
87....	20.44.42	96.25	Gr. : 13,4-13,5; petite; aspect mixte, c'est-à-dire tenant de la nébuleuse et de l'étoile.
88....	20.44.57	96.23	Gr. : 13,5; de 30″ à 40″ de diamètre.
89....	20.45.26	96.21	Gr. : 13,4; 30″ de diam.; aspect mixte.
90....	21.32.27	81.44	Gr. : 13,5; aspect mixte, excessivement faible.
91....	21.41.10	24.29	Gr. : 13,5; 2′ de diam.
92....	22.50.54	64.35	Gr. : 13,4-13,5; excessivement faible et très petite.
93....	22.51. 9	64.41	Étoile accompagnée de quelques traces de nébulosité.
94....	22.51.19	64.40	Gr. : 13,5; trace de nébulosité contre une étoile de gr. : 13,3-13,4.
95....	23. 1.23	89.51	Gr. : 13,4; assez stellaire. Ciel médiocre.
96....	23. 8.56	83.25	Gr. : 12,5; 5″ à 6″ de diam., avec noyau stellaire un peu diffus.
97....	23.10.13	83.23	Gr. : 13,4-13,5; formée par une étoile accompagnée de nébulosité très faible.
98....	23.35.45	63.43	Gr. : 13,3; 25″ de diam., avec noyau stellaire qui se détache fortement de la nébulosité.
99....	23.36.28	63.28	Gr. : 13,4; 20″ à 25″ de diam.; centre un peu stellaire.
100....	23.39.53	61.19	Gr. : 13,4-13,5; 20″ de diam., avec légère condensation centrale; distincte de 6226 G. C.
101....	23.59.21	63. 8	Petit amas de 2′,5 de diam., formé d'étoiles très faibles parmi lesquelles on soupçonne un peu de nébulosité.
102....	23.59.50	63. 9	Gr. : 13,4-13,5; 40″ à 50″ de diam., avec plusieurs points de condensation.

REMARQUES.

Nos.	
12 à 15...........	Paraissent être les *knots and patches* soupçonnés à Birr Castle.
29 à 34...........	Ce sont sans doute quelques-uns des objets indiqués dans le Catalogue général sous les nos 1581-1588 et dont on n'a pas les positions.
38..............	C'est sans doute 1696 G. C., qui, en Æ, serait en erreur de 28^s dans G. C.
47-48............	Sont, sans doute, identiques à deux des objets 2521-2525 G. C. dont on n'a pas les positions.
56-57............	L'une d'elles doit être 3247 G. C., que je n'ai pu trouver à la position indiquée par G. C.

» A ces remarques, j'ajouterai les suivantes, qui se rapportent à des nébuleuses déjà connues :

19 G. C.	N'est pas à la place indiquée par G. C., mais à celle donnée par d'Arrest.
24 G. C.	Je n'ai rien aperçu à sa place.
72 G. C.	La déclinaison de d'Arrest est en erreur de 10'; celle de G. C. est exacte.
137 et 139 G. C. ...	J'ai cherché ces nébuleuses avec soin par un beau ciel, mais je n'ai pu les apercevoir. Déjà d'Arrest les avait cherchées en vain.
5152 G. C.	C'est probablement celle que j'ai trouvée à cette position : Æ $= 1^{h}\,1^{m}\,16^{s}$, D. P. $= 58^{\circ}7'$.
249 G. C.	Ne se trouve pas à la place indiquée par d'Arrest; c'est sans doute celle que j'ai trouvée dans cette position : Æ $= 1^{h}\,7^{m}\,18^{s}$, D. P. $= 57^{\circ}23'$.
2489 G. C.	Je n'ai pu l'apercevoir, non plus que d'Arrest et Dreyer.
2929 G. C.	Cherchée avec soin, je n'ai pu la trouver; c'est sans doute 5642 G. C.
2945 G. C.	Non vue; paraît être celle que j'ai trouvée à Æ $= 12^{h}\,17^{m}\,7^{s}$, D. P. $= 40^{\circ}26'$, avec une erreur de $1^{m}\,12^{s}$ dans l'Æ de G. C.
3004 G. C.	Je n'ai pu l'apercevoir, quoique W. Herschel l'ait placée dans la classe II.
3103.	Je n'ai pu l'apercevoir, quoique W. Herschel l'ait placée dans la classe I.
4912 et 4913 G. C.	Je n'ai pu les apercevoir; doivent être les mêmes que 6151 et 6153 G. C.
4953 G. C.	Erreur de 15' dans la distance polaire de G. C.; celle de d'Arrest est exacte.

GÉOMÉTRIE. — *Division approximative d'un arc de cercle dans un rapport donné, à l'aide de la règle et du compas.* Note de M. A. **Pellet**, présentée par M. Hermite.

« Soient AM $= a$ un arc plus petit que $\frac{\pi}{2}$, PM son sinus et O son centre (¹). Prenons Pμ égal à une fraction donnée m de PM. R étant un point de l'arc AM, menons OR, qui rencontre la perpendiculaire élevée en μ sur PM en I, et Rρ perpendiculaire sur PM. On a

$$\frac{\mu\mathrm{I}}{\rho\mathrm{R}} = \frac{m \sin a \cot x - \cos a}{\cos x - \cos a} = r,$$

(¹) Le lecteur est prié de tracer lui-même la figure.

x désignant l'arc AR. Ce rapport va en diminuant de 1 à 0, lorsque R va du point ν au point ν', intersections de la circonférence avec μI et Oμ. Il en résulte que, si l'on se donne la valeur de ce rapport r, le point R est déterminé. Soient R_1 un point de l'arc $\nu\nu'$, $R_1\rho_1$ sa distance à PM; prenons $\mu I_1 = r\rho_1 R_1$; la droite OI_1 rencontre la circonférence en un point R_2 compris entre R_1 et R, et ainsi de suite. On peut donc approcher indéfiniment dans les deux sens du point cherché R.

» Pour $m = \frac{1}{3}$ et $x = \frac{a}{3}$, on a

$$r = \frac{2}{3}.$$

» Supposons $m < \frac{1}{2}$ et posons $x = ma$. On a

$$r = \frac{m \sin a \cot ma - \cos a}{\cos ma - \cos a} = \frac{2}{3} - \frac{1 - 9m^2}{90} a^2 - \frac{(1 + 3m^2)(1 - 9m^2)}{6^3 . 7} a^4 - \ldots .$$

» Lorsque a varie de 0 à $\frac{\pi}{2}$, cette fonction décroît de $\frac{2}{3}$ à $\frac{m}{\sin \frac{m\pi}{2}}$, si m est plus petit que $\frac{1}{3}$, et croît de $\frac{2}{3}$ à $\frac{m}{\sin \frac{m\pi}{2}}$, si m est plus grand que $\frac{1}{3}$; sa valeur est donc comprise entre $\frac{2}{3} - 0{,}0305$ et $\frac{2}{3} + 0{,}0405$.

» La distance du point R correspondant à $x = ma$ au point R correspondant à $r = \frac{2}{3}$ est moindre en valeur absolue et de même signe que la quantité

$$\frac{0{,}08}{1 + \frac{\cos a}{2}} m(1 - 9m^2)\left(\frac{2a}{\pi}\right)^3,$$

laquelle est toujours inférieure en valeur absolue à 0,05 et même à 0,005, si l'arc a est plus petit que $\frac{\pi}{4}$.

» Au point de vue du dessin, cette distance est presque toujours négligeable. »

PHYSIQUE. — *Sur la dilatation des liquides comprimés, et en particulier sur la dilatation de l'eau.* Note de M. **E.-H. Amagat.**

« J'ai étudié, entre zéro et 50°, et depuis la pression normale jusqu'à 3000^{atm}, la compressibilité et la dilatation des liquides suivants : eau, éther ordinaire, alcools méthylique, éthylique, propylique et allylique,

acétone, chlorure, bromure et iodure d'éthyle, sulfure de carbone, chlorure de phosphore.

» Je ne pourrai donner les coefficients absolus de compressibilité que lorsque j'aurai terminé le travail relatif à la compressibilité des piézomètres, qui présente de grandes difficultés; mais les coefficients de dilatation à pression constante peuvent être calculés dès maintenant; voici l'ensemble des résultats auxquels je suis arrivé.

» En mettant de côté l'eau, qui fait exception, le coefficient de dilatation des autres liquides diminue quand la pression augmente; cette diminution est de moins en moins marquée; à 3000^{atm} elle est encore très sensible.

» On sait que, sous la pression normale, le coefficient augmente avec la température; cette variation va aussi en diminuant quand la pression augmente et devient de l'ordre de grandeur des erreurs dont on ne peut répondre, dans les conditions expérimentales où je me suis placé; par exemple, pour l'éther à 1000^{atm}, j'ai trouvé, pour coefficients moyens, de zéro à 10°, 20°, 30°, 40° et 50°, les nombres suivants :

0,000891; 0,000890; 0,000905; 0,000897; 0,000909;

les autres liquides m'ont fourni des résultats analogues.

» Du reste, le présent travail a eu surtout pour but l'étude des pressions supérieures; il sera repris jusque vers 1200^{atm} ou 1500^{atm}, par une méthode totalement différente et susceptible d'une pression qu'on ne peut obtenir avec les appareils disposés pour les plus fortes pressions; on pourra élever la température jusqu'à plusieurs centaines de degrés et, par conséquent, atteindre le point critique de plusieurs liquides.

» Le Tableau suivant contient quelques-uns des résultats que j'ai obtenus; il donne les coefficients moyens du sulfure de carbone et de l'éther entre zéro et 50°, et celui de l'alcool ordinaire entre zéro et 40°, aux différentes pressions de 500^{atm} en 500^{atm} jusqu'à 3000^{atm}. Les coefficients de l'eau aux mêmes pressions y sont donnés de zéro à 10°, 30° et 50°, afin de montrer leurs variations avec la température.

	Atmosphères.						
	1.	500.	1000.	1500.	2000.	2500.	3000.
Éther	0,001700	0,001118	0,000909	0,000772	0,000700	0,000631	0,000558
Sulfure de carbone	0,001212	0,000940	0,000828	0,000735	0,000666	0,000630	0,000581
Alcool	0,001109	0,000866	0,000730	0,000673	0,000613	0,000556	0,000524
	Eau.						
De 0° à 10°	0,000012	0,000156	0,000250	0,000315	0,000352	0,000338	0,000383
De 0° à 30°	0,000138	0,000229	0,000302	0,000340	0,000382	0,000420	0,000415
De 0° à 50°	0,000236	0,000295	0,000347	0,000383	0,000408	0,000428	0,000413

» On voit que, à 3000^{atm}, le coefficient de l'éther est réduit au tiers de la valeur qu'il a sous la pression normale.

» En comparant l'éther et le sulfure de carbone, on remarquera que l'éther, qui, sous la pression normale, est beaucoup plus dilatable que le second corps, a même coefficient que lui sous la pression de 2500^{atm} ; à 300^{atm}, c'est le coefficient du sulfure de carbone qui l'emporte, ce dernier coefficient ayant été réduit à peine de moitié, tandis que celui de l'éther a été réduit des deux tiers.

» Le cas de l'eau est particulièrement intéressant, parce qu'on voit s'effacer graduellement les perturbations aux lois ordinaires, résultant du fait du maximum de densité.

» Le coefficient de l'eau croît très rapidement d'abord avec la pression; cet accroissement va en diminuant et disparaît vers 2500^{atm}; on peut supposer que, sous des pressions plus fortes, le coefficient irait en diminuant, comme cela a lieu pour les autres liquides dès la pression normale.

» On remarquera enfin que l'accroissement du coefficient avec la température, très considérable sous les faibles pressions, diminue aussi graduellement, la pression augmentant; à 500^{atm}, le coefficient moyen entre zéro et 50° est encore double de celui entre zéro et 10°; à 3000^{atm}, cet accroissement avec la température existe encore nettement, mais est extrêmement réduit; sous cette pression, l'eau est donc, entre les limites actuelles de température, rentrée dans les lois ordinaires de dilatation des autres liquides. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur une nouvelle méthode de dosage de l'acide carbonique dissous.* Note de M. **Léo Vignon**, présentée par M. Debray.

« La liqueur colorée, fournie par le mélange de 50^{cc} d'eau de chaux et de 10 gouttes de solution alcoolique saturée de phénolphtaléine pure, se décolore très rapidement par l'addition d'une quantité suffisante d'une solution aqueuse d'acide carbonique libre ou combiné au carbonate de chaux neutre.

» Il résulte de ce fait que l'acide carbonique, libre ou à demi combiné, dissous dans l'eau, peut être dosé volumétriquement par saturation au moyen d'une solution titrée d'hydrate de chaux, en employant, dans des conditions convenables, la phénolphtaléine comme indicateur coloré.

» J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le résultat des recherches que j'ai entreprises pour l'application de cette méthode nouvelle au do-

sage de l'acide carbonique, autre que celui des carbonates neutres, dans les eaux potables et les eaux industrielles.

» Pour effectuer ce dosage dans une eau naturelle, on prélèvera 50^{cc} de cette eau; ils seront additionnés de $0^{cc},05$ (10 gouttes) de solution alcoolique saturée de phénolphtaléine, et l'on ajoutera peu à peu dans la liqueur de l'eau de chaux préalablement titrée [1], jusqu'à ce qu'elle prenne et conserve la teinte rose caractéristique de la phtaléine en présence d'un excès de chaux. Pour obtenir des résultats constants, il est indispensable de pouvoir comparer la teinte limite à celle d'une liqueur de même composition que l'eau à examiner, mais complètement privée d'acide carbonique. On prendra comme type de l'eau récemment distillée ou une portion de l'eau à examiner, qu'on aura fait bouillir préalablement pendant un temps suffisant pour expulser tout l'acide carbonique qu'elle contenait.

» 50^{cc} de chacune de ces deux liqueurs, ramenées à la même température, seront placés dans deux éprouvettes à pied, graduées, bouchées à l'émeri, de diamètres faibles (2^{cm} à 3^{cm}) et aussi égaux que possible. On ajoutera dans chaque éprouvette un même nombre de gouttes (10) de solution alcoolique de phénolphtaléine; puis on commencera par colorer faiblement la liqueur type avec une quantité mesurée d'eau de chaux titrée, ajoutée au moyen d'une burette divisée en dixièmes de centimètre cube, sans atteindre le maximum de coloration qu'elle peut fournir : $0^{cc},2$ à $0^{cc},5$ suffisent ordinairement.

» On ajoutera ensuite peu à peu la solution de chaux dans l'eau à examiner; la coloration produite par le contact de l'eau de chaux disparaîtra très rapidement au début par l'agitation, tant que l'acide carbonique se trouvera dans la liqueur en excès suffisant. Vers la fin de la réaction, la combinaison de la chaux avec l'acide carbonique est plus lente; aussi convient-il d'agiter fréquemment la liqueur et d'espacer les additions d'eau de chaux. Il faut avoir soin de ne pas dépasser, dans l'eau à examiner, l'intensité colorante du type, et de la rétablir lorsque cette coloration tombe au-dessous de celle du type. Lorsque la coloration de l'eau soumise au dosage ne varie plus, ce qui arrive en général au bout d'une heure si l'on a eu la précaution d'agiter fréquemment, on amène la liqueur type au même volume que l'eau à examiner et l'on établit l'identité de coloration par addition d'eau de chaux dans la liqueur la moins colorée. Les deux éprouvettes sont utilisées comme les tubes d'un calorimètre; en les examinant sur un fond blanc, on perçoit nettement, avec un peu d'habitude, les différences de coloration dues à l'addition de $0^{cc},1$ d'eau de chaux.

» Les colorations étant identiques, on est fondé à dire que les deux liqueurs renferment les mêmes quantités de chaux libre; la différence entre la chaux consommée pour l'eau à examiner et celle qui a servi à colorer le type correspond évidemment à l'acide carbonique cherché. Je me suis assuré du reste, dans un grand nombre d'essais, que cette quantité de chaux absorbe complètement l'acide carbonique contenu dans l'eau examinée, qui ne contient ensuite aucune quantité de chaux libre appréciable par les moyens analytiques les plus sensibles.

---

(1) Au moyen de l'acide sulfurique au dixième normal et de la cochenille.

» La présence des chlorures, des sulfates et des nitrates de chaux et de magnésie ne modifie pas les résultats. Le carbonate de chaux, il est vrai, colore très faiblement la phtaléine; mais, outre que cette coloration n'est nullement comparable comme intensité à celle que fournit la chaux, elle ne se manifeste pas en présence de l'acide carbonique.

» Si l'eau contient des sels alcalins dont les acides puissent former avec la chaux des sels insolubles, ou du carbonate de magnésie, qui est légèrement alcalin, en quantité notable, il faut avoir soin d'ajouter avant le dosage un peu de chlorure de calcium neutre, pour transformer en chlorure le carbonate de magnésie et les sels alcalins. On sera averti, du reste, de cette particularité par la coloration que cette eau, bouillie dans une capsule de platine, prendra avec la phtaléine.

» Quand l'eau renferme beaucoup d'acide carbonique, le carbonate de chaux, en se déposant, rend la liqueur opaque et ne permet pas d'effectuer la comparaison colorimétrique avec le type. On remédie à cet inconvénient, en ajoutant à la solution colorée type un peu de carbonate de chaux pur, en poudre, ou en laissant se déposer le carbonate de chaux dans l'eau à examiner.

n étant le nombre de centimètres cubes d'eau de chaux consommés pour l'eau à examiner (déduction faite de la quantité employée pour le type);
n' le volume de l'eau (en centimètres cubes) sur lequel on a effectué le dosage;
T le titre de l'eau de chaux, exprimé en grammes d'hydrate de chaux par litre,

la quantité d'acide carbonique contenu dans l'eau sera, en volume,

$$V_{CO^2} = \frac{n \times T \times 22}{n' \times 37 \times 1,9774} = \frac{nT}{n'} \times 0,3$$

à 0° et $0^m,760$.

» La méthode qui vient d'être exposée est assez sensible pour déceler la présence de 1^{cc} d'acide carbonique dans 1^{lit} d'eau. Elle permet, en résumé, de doser rapidement l'acide carbonique, autre que celui des carbonates neutres, dans les eaux potables et les eaux industrielles. Son principe paraît devoir être utilisé également pour le dosage de l'acide carbonique dans les eaux minérales. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Influence du sommeil naturel ou provoqué sur l'activité des combustions respiratoires.* Note de M. **L. de Saint-Martin**, présentée par M. Berthelot.

« I. *Respiration pendant le sommeil naturel.* — Regnault et Reiset n'ont pas abordé l'étude de cette question dans leur travail classique sur la res-

piration. Pettenkofer et Voit ont donné, pour douze heures de jour et douze heures de nuit, des chiffres exprimant l'acide carbonique exhalé et l'oxygène absorbé par un homme ayant séjourné vingt-quatre heures dans leur appareil. Mais ces chiffres ont été contestés, surtout en ce qui concerne l'oxygène, lequel est dosé, dans leur méthode, par un procédé indirect fort discutable, et ne sont pas, en général, adoptés par les physiologistes.

» Pour étudier la question, j'ai fait séjourner plusieurs jours une tourterelle dans l'appareil qui m'a déjà servi pour mes recherches sur la respiration dans les atmosphères riches en oxygène (1), mais en fractionnant chaque expérience de vingt-quatre heures en deux parties, l'une de jour et l'autre de nuit.

» Il convient, avant tout, d'observer que, durant la nuit, un animal dort et jeûne tout à la fois ; il y a donc lieu de se demander quelle est l'influence relative de ces deux facteurs sur la diminution de l'activité des combustions respiratoires pendant la nuit. Pour résoudre la question, après avoir fait sur mon sujet deux expériences doubles très concordantes, en l'introduisant avec sa nourriture sous la cloche, j'en ai institué une troisième dans laquelle l'animal, resté à jeun depuis la veille au soir, a été encore maintenu dans cet état durant les vingt-quatre heures que, pour la troisième fois, il a passées dans l'appareil.

» Le Tableau suivant résume les résultats obtenus :

Numéros des expériences.	CO^2 exhalé en		O absorbé en		Quotient $\frac{CO^2}{O}$			
	1h de jour.	1h de nuit.	1h de jour.	1h de nuit.	le jour.	la nuit.	$\frac{CO^2 \text{ nuit}}{CO^2 \text{ jour}}$.	$\frac{O \text{ nuit}}{O \text{ jour}}$.
	lit	lit	lit	lit				
1....	0,387	0,300	0,466	0,425	0,83	0,70	0,77	0,91
2....	0,382	0,300	0,421	0,372	0,91	0,80	0,78	0,88
3....	0,231	0,184	0,305	0,274	0,76	0,67	0,79	0,90

» Pendant la première expérience, l'animal a perdu en poids $7^{gr},17$, tandis que dans la seconde il a gagné $3^{gr},05$, ce qui explique l'écart observé dans les quantités d'oxygène absorbées durant les expériences 1 et 2. Pendant la troisième expérience, où il est resté à jeun, il a subi une perte de poids de $6^{gr},80$.

» Mais en laissant de côté ces différences, qui s'expliquent par des conditions particulières, on remarquera la concordance remarquable des chiffres des deux dernières colonnes, qui expriment les rapports entre les volumes d'acide carbonique exhalé et d'oxygène consommé durant la nuit et durant le jour.

---

(1) *Comptes rendus*, séance du 28 janvier 1884, *in extenso* dans les *Annales de Chimie et de Physique*, 1884.

» On peut donc conclure nettement que, *indépendamment de l'état de ieûne, le sommeil naturel abaisse d'un cinquième environ la quantité d'acide carbonique exhalée, et d'un dixième seulement la quantité d'oxygène absorbée.*

» II. *Sommeil provoqué par la morphine, le chloral et le chloroforme.* — Les expériences qui suivent ont été faites sur des chiens. Pour étudier la respiration de ces animaux, je les coiffais d'une muselière de caoutchouc bien hermétique, adaptée à une double soupape à eau dite *de Muller*. L'air inspiré traversait un compteur de précision servant à le mesurer, l'air expiré était recueilli dans un sac de caoutchouc. Chaque expérience durait cinq minutes et l'on en faisait deux à un très court intervalle, la première sur l'animal à l'état normal, la seconde sur l'animal endormi par l'agent à étudier.

» Je réunis en un Tableau tous les résultats relatifs au sommeil provoqué par l'action de la morphine, du chloral et du chloroforme. Les expériences qui ont servi à dresser ce Tableau sont au nombre de vingt; mais, pour abréger, je ne donne ici que les moyennes, d'autant plus que les résultats des expériences de même nature étaient très concordants.

» Enfin, je laisse de côté les nombres relatifs au quotient respiratoire qui semble varier fort peu, sans doute en raison de la faible durée du sommeil artificiellement provoqué.

Acide carbonique exhalé en cinq minutes.

		Animal endormi		
	Animal éveillé. Respiration normale.	par injection sous-cutanée de 0gr,06 chl. de morph.	par injection intra-veineuse de 2gr de chloral.	par l'air titré en chloroforme 10gr pour 100gr.
	gr	gr	gr	gr
Chien n° 1	1,10	0,65	0,41	»
Chien n° 2	1,16	0,54	0,35	»
Chienne n° 7	2,00	»	»	0,69
Chienne n° 8	1,83	»	»	0,65

» De ces chiffres on peut tirer la conclusion suivante :

» *Durant le sommeil provoqué par la morphine, la proportion d'acide carbonique exhalée tombe à la moitié, et durant le sommeil provoqué par le chloral ou au chloroforme, au tiers du chiffre qu'elle atteint pendant le même laps de temps à l'état normal.*

» III. *Les gaz du sang dans l'anesthésie chloroformique.* — La composition des gaz du sang est liée à l'énergie des combustions respiratoires. J'ai donc été naturellement conduit à étudier les modifications apportées par le chloroforme dans les proportions de ces gaz. Paul Bert [1] prétend

[1] P. Bert, *Leçons sur la Physiologie comparée de la respiration*, p. 138; 1870.

que, durant l'anesthésie par le chloroforme, la quantité d'oxygène augmente dans le sang. Ses analyses toutefois, il l'avoue lui-même, ont été faites par un procédé très imparfait. Je me bornerai à relater ici trois de mes expériences qui me paraissent de nature à résoudre la question.

» *Première expérience.* — Chien de berger vigoureux, de 15^{kg} environ, intact; mis carotide à nu, pris 20^{cc} de sang A; endormi par l'air titré en chloroforme (10^{gr} par hectolitre) : agitation, anhélation, insensibilité et résolution musculaire au bout de treize minutes; pris alors de nouveau 20^{cc} de sang B.

	Sang A.	Sang B.	Sang C.	Sang D.
	cc	cc	cc	cc
CO^2	35,98	25,48	46,10	56,65
O	21,86	22,34	21,05	17,50
Az	2,40	2,88	2,75	2,30
	60,24	50,70	69,90	76,45

» La conclusion de Paul Bert semblait donc justifiée par la première expérience, dans laquelle le sang avait été pris au début de l'anesthésie; mais un examen plus attentif me fit soupçonner que la légère augmentation de l'oxygène et la forte diminution de l'acide carbonique étaient dues à l'anhélation presque constante qui accompagne, chez les chiens, la période d'agitation. Dans la seconde expérience, je ne prélevai donc l'échantillon du sang que beaucoup plus tard.

» *Deuxième expérience.* — Chien de rue de 8^{kg}, affaibli par suppuration; mis fémorale à nu, pris 20^{cc} de sang C; endormi par air titré en chloroforme (10^{gr} par hectolitre); après quarante minutes de sommeil non interrompu, prélevé 20^{cc} de sang D.

» Cette fois, les résultats sont inverses.

» *Troisième expérience.* — Chien de montagne très vigoureux, de 20^{kg}, intact; mis fémorale à nu, trachéotomie, canule dans la trachée; vingt minutes après les opérations, pris 20^{cc} de sang A; immédiatement après, endormi par l'air titré en chloroforme : agitation, anhélation, l'insensibilité et la résolution sont obtenues au bout de douze minutes; pris à nouveau 20^{cc} de sang B; maintenu l'anesthésie sans interruption pendant quarante-cinq minutes : à ce moment, pris encore 20^{cc} de sang C. Obtenu au moyen de la pompe à mercure pour 100^{cc}:

	Sang A.	Sang B.	Sang C.
	cc	cc	cc
CO^2	40,85	36,40	50,62
O	15,20	15,05	12,88
Az	2,45	2,85	3,05
	58,50	54,30	66,55

» On peut donc conclure que :

» *Durant l'anesthésie chloroformique suffisamment prolongée, le sang s'ap-*

pauvrit en oxygène et se charge d'une plus grande quantité d'acide carbonique (¹). »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'absence de microbes dans l'air expiré.* Note de MM. I. **Straus** et **W. Dubreuilh**, présentée par M. Bouchard.

« Lister, le premier, a fait l'observation que « l'air introduit dans la » cavité pleurale par suite d'une fracture simple des côtes (sans plaie extérieure) produit des effets tout différents et infiniment moins graves que » ceux résultant d'un pneumothorax consécutif à une plaie pénétrante de » poitrine »... « Ce fait, ajoutait-il, fut pour moi un mystère, jusqu'à ce » que, grâce à la théorie des germes, je compris qu'il est naturel que l'air » fût filtré par les bronches, dont l'un des offices est d'arrêter les particules de poussière inhalées et de les empêcher d'entrer dans les vésicules » pulmonaires. »

» Cette explication de Lister fut confirmée expérimentalement par Tyndall, qui montra que l'air expiré est, selon son expression, *optiquement pur;* c'est-à-dire que, traversé par un faisceau lumineux, il ne manifeste pas de traînée lumineuse dans une chambre noire. Cet air est donc privé de toute particule en suspension capable de diffuser la lumière (²).

» Nous nous sommes proposé de vérifier, par les méthodes bactériologiques, le fait physique signalé par Tyndall.

« Nous nous sommes servis de flacons à deux tubulures, remplis de bouillon alcalinisé et stérilisé. L'un des tubes, par lequel arrivait l'air expiré, était effilé à son extrémité inférieure, qui plongeait au fond du liquide; l'air expiré barbotait ainsi, en bulles très fines, à travers une couche épaisse de bouillon et devait se dépouiller à peu près complètement des particules solides qu'il pouvait contenir. Dans un certain nombre d'expériences, le bouillon maintenu à une température de 25° fut additionné de gélatine, afin d'augmenter la viscosité du liquide et de prolonger ainsi le contact des bulles avec le liquide. Les séances d'expiration étaient d'environ une demi-heure pour chaque flacon; le liquide de chaque flacon était donc traversé par 250^{lit} à 300^{lit} d'air expiré (³). Les flacons étaient ensuite mis pendant plusieurs jours à l'étuve à 35°.

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de M. le professeur Rouget.

(²) Voir Tyndall, *Les Microbes,* trad. française de L. Dollo; p. 30, 42 et 52. Paris, 1882.

(³) L'expiration faite lentement avait lieu à la suite d'une inspiration lente et profonde.

» Le plus grand nombre de ces flacons demeurèrent stériles; quelques-uns seulement se troublèrent par une végétation de micro-organismes ou laissèrent se développer des moisissures. Mais ces cas étaient exceptionnels et en partie, sans doute, attribuables à des fautes de manipulation (projection d'un peu de salive, expiration trop brusque, etc.) ([1]).

» Ces expériences sont donc entièrement confirmatives de celles de Tyndall. Elles tendent à démontrer que l'air expiré, de même qu'il est *optiquement pur*, est presque complètement privé de microbes. Le poumon joue donc réellement, pour les micro-organismes, le rôle de filtre que Lister lui attribue. Le mécanisme de cette filtration se conçoit aisément, si l'on réfléchit aux conditions dans lesquelles l'air circule dans le poumon, dans des canaux d'une étroitesse extrême et tapissés par un épithélium humide.

» Divers expérimentateurs se sont appliqués à retrouver, dans l'air expiré, des microbes pathogènes, mais toujours, à notre connaissance, sans résultat.

» M. Grancher a fait un grand nombre d'expériences sur l'air expiré par les phtisiques; jamais il n'a pu y déceler la présence du bacille de Koch ou de ses spores. MM. Charrin et Karth ont fait des recherches analogues avec les mêmes résultats négatifs.

» De l'ensemble de ces faits, on peut tirer la conclusion que les hommes ou les animaux réunis dans un espace confiné, loin de souiller l'air par leur respiration, tendent, au contraire, à le purifier, *en ce qui concerne les microbes;* il doit en être ainsi, puisque l'air, à sa sortie des poumons, renferme moins de microbes qu'à l'entrée. Cette donnée n'infirme en rien le fait constaté depuis longtemps par MM. Pasteur, Lemaire, Miquel, etc., à savoir que les microbes sont très abondants dans l'air des locaux encombrés (salles d'hôpital, casernes, etc.). L'acte de la respiration n'est pour rien dans ce phénomène; ce n'est pas par l'air qu'ils expirent, par leur *haleine* que les hommes agglomérés chargent l'air ambiant de microbes; c'est par leurs vêtements, par les poussières que leurs mouvements occasionnent, par leur expectoration desséchée sur le plancher et soulevée

---

([1]) Nous avons aussi cherché à déterminer l'endroit exact de l'arbre respiratoire où s'effectuent l'arrêt et sans doute aussi la destruction des bactéries introduites pendant la respiration. Pour cela, nous avons examiné un certain nombre de poumons de grands animaux (bœufs, chevaux) au moment même où ils venaient d'être mis à mort; mais ni les colorations ni la culture ne nous ont donné des indications suffisamment précises pour permettre de nous prononcer à cet égard.

plus tard sous forme pulvérulente que s'effectue la dissémination des microbes dans l'air. La respiration des hommes apporte, dans un espace clos, son contingent de gaz nuisibles; mais elle tend à *purifier* l'air des microbes qu'il contient. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur l'excrétion chez les Crustacés décapodes brachyoures.* Note de M. **P. Marchal**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« L'appareil excréteur des Décapodes n'avait guère été étudié jusqu'ici que chez l'Écrevisse. Pendant mon séjour à Roscoff, au laboratoire de M. de Lacaze-Duthiers, j'ai recherché si les Décapodes brachyoures ne présenteraient pas à ce point de vue quelques modifications intéressantes. L'animal pris comme type dans cette étude a été le *Maia squinedo*.

» I. L'appareil excréteur est pair et se compose, chez les Brachyoures comme chez les Macroures, de trois parties : glande, vessie et canal excréteur. Les deux vessies offrent un volume énorme et occupent toute la partie sternale de la région céphalique située en avant de la bouche. Chacune d'elles présente trois parties : un *vestibule*, une *vessie proprement dite*, et une *arrière-vessie*. Au point de jonction de l'arrière-vessie et de la vessie, se trouve caché sous un pont tendineux l'orifice de la glande. A la partie antéro-externe de la vessie, dans la dépression profonde en forme d'entonnoir formée par le vestibule, débouche le canal excréteur. Ce dernier peut être suivi jusqu'à l'extérieur où il s'ouvre au-dessus du cadre buccal au niveau d'une pièce calcaire mobile.

» Décrite par Milne-Edwards sous le nom de *tubercule auditif*, en raison du rôle que lui attribuait à tort cet auteur, cette pièce est formée d'une plaque quadrangulaire mobile autour d'une charnière externe. Si l'on soulève cette pièce par son angle interne, on croit qu'elle se continue de toutes parts avec les téguments par l'intermédiaire de deux membranes chitineuses souples et fines qui, en se relâchant et se tendant simultanément, permettent le jeu de la plaque mobile autour de sa charnière.

» La membrane antérieure est beaucoup moins haute que la membrane postérieure, de sorte que, lorsque ce tubercule est soulevé, la membrane antérieure est entièrement déplissée et tendue, la membrane postérieure se trouvant, au contraire, invaginée dans une bonne partie de son étendue. La dépression formée par cette invagination présente absolument l'aspect d'un orifice dont la plaque calcaire serait l'opercule ; mais cette dépression

n'est qu'un cul-de-sac et l'orifice du canal excréteur se présente sous la forme d'une longue fente transversale traversant obliquement la partie dévaginée de la membrane postérieure; cette partie, pour éviter le plissement, est maintenue solidement tendue par un cadre calcaire rappelant par sa forme un étrier et dont le rôle a été précédemment assimilé à celui de l'osselet, désigné sous ce nom chez les Vertébrés supérieurs. Deux muscles, l'un dépresseur, l'autre élévateur, président au fonctionnement de l'appareil. En résumé, l'appareil précédent peut être assimilé à un tubercule excréteur de Macroure, ayant la faculté de rentrer à l'intérieur de la carapace ou de faire saillie à l'extérieur, au gré de l'animal.

» II. Lorsque l'appareil est à l'état de repos, la plaque calcaire se trouve de niveau avec la carapace, et l'orifice excréteur est absolument caché.

» Au contraire, lorsque le muscle élévateur se contracte, la plaque calcaire s'élève et les membranes chitineuses qui s'y insèrent sont mises à découvert. Il en résulte la formation d'un véritable tubercule excréteur homologue de celui des Macroures. De cette façon, l'orifice excréteur qui se trouve sur l'une des membranes devient apparent et peut évacuer directement au dehors le liquide excrété. L'animal étant à sec et dans certaines conditions, on peut constater l'expulsion du liquide.

» Enfin, en immobilisant un Maïa bien portant dans un des bacs de l'aquarium, j'ai vu fonctionner les tubercules deux fois en l'espace d'une heure et demie. Le tubercule se soulève; il se maintient ainsi pendant quelques instants, puis il s'abaisse et est animé alors de petits mouvements de va-et-vient destinés sans doute à expulser les dernières gouttes du liquide excrémentitiel. En même temps, les palpes des deuxième et troisième petites mâchoires sortent complètement du cadre buccal et sont animés d'un mouvement ondulatoire très rapide destiné évidemment à chasser le liquide excrété loin de la bouche et de la cavité branchiale. C'est là certainement l'une des attributions des palpes les plus importantes. Ce mouvement se produit à l'instant même où les tubercules se soulèvent.

» Les deux vessies ne se vident pas nécessairement ensemble, et leur fonctionnement peut être indépendant. La déplétion de la vessie se fait grâce à l'action de faisceaux musculaires agissant à la façon de véritables sangles : il se peut aussi que la vessie soit contractile par elle-même; enfin le jeu du tubercule doit exercer une aspiration favorable à l'émission du liquide. D'autre part, il résulte de la disposition oblique du canal que les

deux lèvres s'appliquent l'une contre l'autre et en ferment l'accès lorsque la pression vient de l'extérieur; l'inverse se produit lorsque la pression vient de l'intérieur : il est donc impossible à l'eau de mer de pénétrer dans la vessie alors même que le tubercule est soulevé.

» La quantité de liquide excrétée est considérable et en rapport du reste avec la capacité des vessies. Sur un seul Maïa pesant 780^{gr} j'ai retiré en quelques instants 13^{cc} de liquide, un autre m'a donné jusqu'à 17^{cc}. Le liquide retiré est parfaitement limpide, incolore, ou d'une teinte très légèrement jaunâtre, de saveur fortement salée. Sa densité prise au pèse-urine est de 1030. »

ZOOLOGIE. — *La faune des Crustacés podophthalmes du golfe de Marseille.* Note de M. **Paul Gourret**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans une « Revision des Crustacés podophthalmes », que je me propose de publier bientôt, le nombre des Podophthalmes s'élève à 124 espèces ou variétés, dont onze nouvelles. Ce sont :

» Pinnotheres Marioni, Galathea Parroceli, Crangon Lacazei, Gnathophyllum elegans var. brevirostris, Alpheus Gabrieli, Hippolyte Marioni, Pontonia vagans, Callianassa subterranea var. minor, Siriella intermedia, Leptomysis Marioni et Nebalia bipes var. elongata.

» Cette riche faune présente une très grande ressemblance avec celle de la mer Adriatique : 90 espèces sont en effet communes. La similitude est presque aussi étroite avec la faune carcinologique de Naples, de Nice et de l'Algérie. Le nombre des espèces communes oscille alors entre 82 et 66 espèces. Mais l'écart devient très sensible si l'on compare les stations précédentes à la faune carcinologique espagnole (îles Baléares et Madère). Celle-ci paraît renfermer seulement 34 espèces signalées à Marseille. Cette différence ne semble pas être le résultat d'une différence de latitude, mais provient sans doute de l'imperfection de la Science au sujet des faunes espagnoles.

» D'autre part, certaines espèces citées à Marseille n'existent dans aucune des stations méditerranéennes principales. Telles sont :

» Plagusia chabrus, Pachygrapsus transversus, Ebalia nux, Eupagurus bernhardus et lævis, Axius stirhynchus, Gebia deltura, Munida tenuimana, Galathodes Marionis et Crangon trispinosus.

» De ces espèces, il convient de retrancher les deux premières, importées exceptionnellement à Marseille par les navires retour du Pacifique, ainsi que *Ebalia nux, Eupagurus lævis, Munida tenuimana* et *Galathodes Marionis,* toutes espèces draguées dans les grands fonds. Il reste donc 4 espèces, présentant un fait de cantonnement très curieux, bien que *Gebia deltura* ait été rencontrée par Costa dans le golfe de Tarente, et que *Eupagurus bernhardus* ait été signalé à la Spezia par Neumann.

» Dans le même ordre d'idées, on constate que 11 espèces marseillaises se retrouvent dans une seule autre localité méditerranéenne ou dans quelques points très éloignés de Marseille et distants les uns des autres. C'est le cas de :

» Gebia deltura, Axius stirhynchus, Eupagurus bernhardus et timidus, Crangon trispinosus et spinosus, Atelecyclus heterodon, Macropsis Slabberi, Siriella Clausii, armata et crassipes.

» Par contre, certaines espèces se rencontrent dans toutes les localités, aussi bien à Nice qu'à Naples, dans l'Adriatique qu'en Algérie ou sur la côte occidentale d'Espagne. Telles sont :

» Heterograpsus Lucasii, Pachygrapsus marmoratus, Carcinus mænas, Pisa tetraodon et Gibbsii, Stenorhynchus phalangium et longirostris, Ilia nucleus, Dromia vulgaris, Clibanarius misanthropus, Pagurus striatus, Eupagurus anachoretus et Prideauxii, Scyllarus ursus, Nika edulis et Crangon cataphractus.

» Ce sont des espèces particulières aux mers tempérées, à l'exception de *Clibanarius misanthropus* qui, bien que n'existant pas dans le sud-ouest de la France ni dans les mers anglaises, a été signalé dans les provinces boréales. Certaines autres se rencontrent seulement le long des côtes occidentales de la France, sans dépasser la Manche au nord. Tels sont *Pachygrapsus marmoratus* et *Carcinus mænas*. D'autres encore remontent plus haut et abondent en Angleterre. Ce sont :

» Pisa Gibbsii, Stenorhynchus phalangium et longirostris, Dromia vulgaris, Eupagurus Prideauxii, Scyllarus ursus et Nika edulis.

» Enfin une seule, *Pisa tetraodon*, existe en Angleterre, mais semble faire défaut en Gascogne.

» Du reste, parmi les 124 espèces marseillaises, 45 sont communes avec la Gascogne. La ressemblance est au moins aussi étroite avec la faune carcinologique anglaise, puisqu'il y a 55 espèces communes. Mais, en remontant plus au nord, les affinités deviennent plus lointaines et les pro-

vinces boréales comptent à peine 33 espèces qui se rencontrent aussi à Marseille. Toute relation cesse enfin si l'on considère les mers arctiques. Trois espèces seulement sont communes : *Geryon longipes, Eupagurus bernhardus* et *Nebalia bipes;* et encore deux d'entre elles, la première et la troisième, sont-elles abyssales.

» En comparant la faune podophthalmaire de Marseille avec celle des pays placés plus au sud, on constate d'abord une similitude presque parfaite. Les côtes septentrionales de l'Algérie abritent en effet 71 espèces communes avec Marseille. La ressemblance est donc bien plus étroite entre Marseille et Alger qu'entre la première de ces villes et le littoral océanique de France.

» La faune des Canaries contient à peine 25 espèces du golfe de Marseille, chiffre s'élevant à 32 en comptant quelques espèces de la Sénégambie et du cap Vert. Ce sont :

» Plagusia squamosa, Nautilograpsus minutus, Pachygrapsus marmoratus, Gonoplax rhomboides, Carcinus mænas, Bathynectes longipes, Liocarcinus holsatus, Portunus corrugatus et pusillus, Eriphia spinifrons, Xantho rivulosa, Lambrus massena, Pisa armata et tetraodon, Maia squinado, Inachus dorynchus, Calappa granulata, Dorippe lanata, Dromia vulgaris, Porcellana platycheles et longicornis, Diogenes varians, Galathea strigosa et squamifera, Virbius viridis, Eupagurus excavatus et Prideauxii, Scyllarus ursus, Gnathophyllum elegans, Palæmon treillianus et Squilla Mantis.

» En somme, la faune podophthalmaire de Marseille comprend 33 espèces qui se retrouvent dans les provinces boréales et 33 espèces communes avec les Canaries, le cap Vert et la Sénégambie. En outre, parmi ces dernières, 10 ne remontent pas plus haut que Marseille ou que le Portugal. Telles sont :

» Plagusia squamosa, Nautilograpsus minutus, Lambrus massena, Pisa armata, Ethusa mascarone, Dorippe lanata, Pagurus striatus, Diogenes varians, Gnathophyllum elegans et Palæmon treillianus.

» Le golfe de Marseille constitue donc un centre géographique très important. La faune podophthalmaire, aussi bien que les autres faunes d'Invertébrés qu'il renferme, présente un caractère mixte, celui de contenir des espèces boréales et des espèces tropicales. Ce facies original constitue une preuve indéniable des communications largement ouvertes pendant l'époque tertiaire, d'une part avec les provinces boréales par le

golfe de Gascogne et le sud de l'Espagne, d'autre part avec l'Atlantique équatorial ([1]). »

GÉOLOGIE. — *Sur des recherches pour l'exploitation de la craie phosphatée en Picardie*. Note de M. N. DE MERCEY, présentée par M. Hébert.

« C'est il y a un an, et dans les circonstances que j'ai eu l'honneur d'exposer à l'Académie ([2]), que j'ai entrepris l'étude des deux gisements autrefois découverts par moi, et à l'occasion de l'un desquels avait été émise la première pensée d'une exploitation des phosphates en Picardie.

» Un des problèmes consistait à bien reconnaître les rapports du phosphate riche avec la craie phosphatée ordinaire.

» L'opinion de Cornet, pour la Belgique et la Somme, et celle de M. S. Meunier, pour la dernière contrée, était que ce phosphate provenait d'une altération subaérienne de la craie phosphatée.

» Mais, à Mesvin-Ciply, le dépôt recouvrant immédiatement le phosphate riche était du sable landénien; à Beauval, c'était du bief à silex oligocène. Il eût fallu attribuer une même action à chacun de ces dépôts si différents, et il n'était pas possible de faire intervenir une altération quaternaire.

» Cette altération devait être due à une autre cause; elle pouvait provenir de phénomènes internes, peut-être discernables dans la masse phosphatée que je croyais pouvoir rencontrer, à Hardivillers et à Hallencourt, sous des épaisseurs notables de craie à silex à *Belemnites quadratus*.

» En effet, en perçant cette craie jusqu'à des profondeurs atteignant 20^{m}, je pus rencontrer des veines ou des couches de phosphate riche intercalées dans toute la masse de la craie phosphatée ordinaire et déterminer avec précision l'allure souterraine des gisements phosphatés.

» J'opérai par des puits de préférence aux sondages qui, dans la craie à silex, sont très peu praticables. Je reconnus que ces gisements formaient des amas lenticulaires, dans lesquels la richesse en acide phosphorique allait en croissant des bords vers les parties centrales et en même temps que l'épaisseur des couches; ce qui conduit à cette loi : que la richesse, dans les gisements de phosphate, est en raison de l'épaisseur des couches et du voisinage des centres.

([1]) Laboratoire de Zoologie marine de Marseille.

([2]) *Comptes rendus*, t. CV, p. 1083; 1887.

» Cette disposition est celle des bassins de sources minérales sous-marines littorales, qui ont fonctionné en Picardie au commencement du dépôt de la craie à *Belemnites quadratus*.

» Les bords de ces bassins s'élèvent jusqu'à 30^m au-dessus des points les plus profonds.

» L'épaisseur des couches varie depuis un maximum de 17^m jusqu'à 0^m.

» Leur structure montre qu'elles ont d'abord rempli tout le bassin en se déposant à l'état de craie phosphatée dans laquelle le phosphate de chaux se présente à l'état de grains ou de dragées de couleur brune, depuis des dimensions à peine visibles à l'œil nu jusqu'à quelques millimètres ou même en rognons. La teneur en acide phosphorique, de quelques centièmes sur les bords, excepté quand la couche est réduite à un lit mince qui est alors assez riche, va en s'accroissant de façon à atteindre, dans les couches épaisses et centrales, 18 pour 100.

» Des inclusions granulaires, des veines ou lits intercalés de phosphate riche contiennent jusqu'à 30 pour 100 d'acide phosphorique. L'épaisseur de ces couches riches arrive rarement à 1^m, tandis qu'à Beauval et dans les localités voisines, le phosphate riche traverse souvent toute la masse de la craie phosphatée, en remplissant des excavations coniques, qui semblent avoir été creusées, de bas en haut, par les eaux minérales phosphatées dans leur dernière période de fonctionnement.

» Le fond des bassins ouverts dans la craie à *Micraster cor-anguinum*, endurcie et tubulée, est recouvert d'un enduit brun, nacré, que j'avais signalé en 1863 et qui est formé de phosphate de chaux presque pur.

» Sur les bords, l'aragonite, en très petits cristaux, remplace quelquefois la craie farineuse et très facile à séparer du phosphate de chaux par aération ou décantation.

» Les fossiles sont souvent abondants, notamment le *Belemnites quadratus* et plusieurs espèces de Squales, parmi lesquelles l'*Oxyrhina raphiodon*, dont j'ai décrit les dents en 1867. D'autres fossiles, rares ordinairement, se montrent surtout à la base du dépôt.

» Les axes des bassins suivent les lignes d'émanation des sources minérales phosphatées, dont les traces profondes pourront être reconnues dans des explorations méthodiques. C'est ainsi que j'ai atteint, à Hallencourt, dans la craie à *Micraster cor-anguinum*, une veine de phosphate riche dosant 29 pour 100 d'acide phosphorique.

» Ces lignes d'émanation ou lignes faibles de l'écorce ont coïncidé plus tard avec les accidents du sol, conjugués comme l'a démontré M. Daubrée,

et dont j'ai moi-même reconnu les rapports avec les directions de l'Oise et de la Somme.

» L'étendue des bassins est toujours très limitée; elle peut être déterminée avec exactitude au moyen des procédés employés dans les recherches de bassins miniers et en rattachant l'étude souterraine au nivellement de la surface du sol.

» A Hardivillers, j'ai indiqué une longueur d'axe de 1500^m pour la seule lentille encore étudiée et dont la direction est celle de l'Oise.

» A Hallencourt, il y a deux lentilles dont les axes conjugués suivent les directions de l'Oise et de la Somme. L'importance de chacune de ces lentilles est à peu près égale. L'étendue totale du gisement est de 66^{ha}, répartis sur les territoires des trois communes d'Hallencourt, de Dreuil-Hamel et de Wanel, et dont le morcellement a constitué le principal obstacle que j'ai eu à surmonter dans cette étude effectuée comme une recherche régulière de mines.

» Les axes des gisements de Beauval et des localités environnantes sont, également, en rapport avec les directions de la Somme et de l'Oise. Les allures souterraines de ces gisements sont encore indéterminées, par suite de l'exploitation limitée au phosphate riche.

» Les cubes reconnus à Hallencourt et à Hardivillers sont d'environ trois millions de mètres cubes, répartis à peu près également entre les deux gisements.

» Les produits de l'exploitation des gisements de craie phosphatée en Picardie, sous les trois formes : 1° de phosphate riche naturel; 2° de phosphate enrichi par traitement; 3° de craie phosphatée ordinaire, paraissent destinés : le premier, à décroître vite, par suite de sa faible importance géologique; le second, à se développer plus ou moins, suivant les résultats fructueux ou non des opérations d'enrichissement; le troisième, à prendre un développement qui ne saurait être trop grand pour répondre aux besoins de l'agriculture.

» L'industrie des phosphates de la craie pourra-t-elle se propager dans d'autres parties du bassin de Paris? La coupe du gisement d'Hardivillers que j'ai donnée à la Société géologique de France, les communications que je compte avoir l'honneur de faire à l'Académie pourront peut-être amener de nouvelles découvertes. Il ne faut pas oublier que les gisements actuels ont été reconnus, tout d'abord, par Buteux et par moi-même au moyen de très faibles indices. Des recherches, dont j'entrevois l'utilité sur certains points, pourront arriver à donner des résultats, surtout s'il devient pos-

sible de les effectuer régulièrement et sans obstacles, d'après les données de la science géologique et les règles de l'art des mines, dont ces études seront une des applications les plus utiles. »

Observations de M. **Hébert** *sur la classification de la craie, à propos du Mémoire de M.* de Mercey.

M. **Hébert**, en communiquant à l'Académie ce Mémoire de M. N. de Mercey, dit qu'il est heureux de confirmer les titres de ce savant à la découverte des phosphates en Picardie, en 1863, et sa compétence en ce qui touche la connaissance de la craie. M. de Mercey peut, mieux que personne, fournir dès maintenant les documents relatifs aux gisements des phosphates et à leur extension souterraine.

« Toutefois, M. Hébert fait une légère réserve sur un point de ce travail : la classification des couches crayeuses qu'adopte M. de Mercey (*ante*, p. 1085) diffère de la sienne, non au point de vue de la succession des assises, mais sous le rapport de la nomenclature.

» D'Orbigny a donné le nom d'*étage sénonien* à la craie de Champagne et de Picardie, y compris la craie à Micrasters. M. de Mercey détache cette dernière de l'étage sénonien et lui donne le nom d'*étage santonien* (craie de Saintes). Cette modification ne paraît pas nécessaire. Les différences entre la craie à Bélemnitelles, partie supérieure du sénonien, signalées par M. Hébert dès 1858 (¹), et la craie à Micrasters ne sont pas d'une telle importance que l'on doive en constituer deux étages distincts.

» En second lieu, M. de Mercey, à l'exemple d'autres savants, réunit à l'étage sénonien des assises qui, pour M. Hébert, font essentiellement partie de l'étage suivant (*danien*). La craie de Meudon, en effet, se sépare de toutes les assises crétacées plus récentes, non seulement en raison de la différence des faunes, mais aussi par une grande discordance de stratification. Cette craie s'étend en effet sur tout le nord de l'Europe, depuis l'Irlande et le sud de l'Angleterre jusqu'en Suède, tandis que toutes les assises supérieures sont limitées à des bassins très peu étendus, soit en France, soit en Belgique, soit en Scandinavie. Ces bassins sont dus à des dénudations ou ravinements souvent considérables, indiquant des invasions

(¹) *Bull. Soc. géolog. de France*, 2ᵉ série, t. XVI, p. 144 et suiv.

et des retraits successifs de la mer, et qui se sont répétés à chaque changement d'assises : c'est un des principaux caractères de la *période danienne*.

» Ce motif et beaucoup d'autres, qu'il serait trop long de développer, ont depuis longtemps amené M. Hébert à placer la limite des étages sénonien et danien au-dessous, non seulement de la craie phosphatée de Ciply, mais même au-dessous de la craie de Spiennes, conformément au Tableau suivant :

Danien	supérieur	Calcaire pisolithique.
		Calcaire de Faxoe, etc.
	moyen	Tuffeau de Maëstricht.
		Craie phosphatée de Ciply.
	inférieur	Craie de Spiennes.
Sénonien	supérieur	Craie à *Belemnitella mucronata*.
		Craie à *Belemnitella quadrata*.
	moyen	Craie à *Micraster cor-anguinum*.
		Craie à *Micraster cor-testudinarium*.
	inférieur	Craie de Villedieu, Cognac, etc.

GÉOLOGIE. — *Sur le gisement de diamants de Cocaës, province de Minas Geraës (Brésil)*. Note de M. **H. Gorceix**, présentée par M. Daubrée.

« J'ai déjà eu l'honneur, dans diverses Communications, de présenter à l'Académie le résumé des observations et des études que j'ai faites sur les gisements de diamants du Brésil, au point de vue de leur nature, de leur horizon géologique et des minéraux qui accompagnent cette pierre précieuse. De ces travaux, exécutés sur des matériaux de provenance sûre, la plupart recueillis par moi-même, j'ai cru pouvoir conclure :

» 1° Que le diamant, au Brésil, est constamment accompagné d'une série de minéraux où dominent les oxydes de titane, le fer oligiste, la martite, et surtout remarquable par la présence, souvent en quantité considérable, du monazite et du xénotime dont j'ai pu séparer déjà plusieurs kilogrammes; le corindon est rare et je ne l'ai rencontré en quantité notable que dans les graviers diamantifères de Salobro, province de Bahia;

» 2° Que le diamant exploité, en général, au Brésil, dans des alluvions quaternaires, avait son gisement primitif dans les quartzites micacés (itacolumites) et schistes micacés qui font partie du second terme de la série des terrains métamorphiques de Minas Geraës, dont l'horizon géologique ne

peut encore être fixé d'un mode certain, aucun fossile n'y ayant été découvert, et que provisoirement je désigne sous le nom d'*archéens;*

» 3° Que le diamant existe encore dans certaines roches de cette série, où il forme des dépôts analogues à ceux des topazes ou même à certains gisements aurifères, et que son origine était la même que celles des oxydes de titane, des oxydes de fer qui l'accompagnent.

L'étude du gisement de Cocaës, que j'ai visité récemment et sur lequel aucun travail n'a été publié, vient encore confirmer cette hypothèse. Il est situé à 50^{km} au nord d'Ouro-Preto, au milieu même du district aurifère de la province de Minas Geraës. Sa découverte date de 1860; l'extrême petitesse des diamants qu'il fournit et le peu d'importance des couches de gravier en ont fait abandonner l'exploitation depuis plus de quinze ans. Il occupe une espèce de cirque irrégulier de quelques kilomètres carrés de superficie, sur un plateau dont le centre est à 1100^{m} au-dessus du niveau de la mer et qui se trouve placé sur la ligne de faîte de la grande chaîne de séparation des eaux du bassin du São Francisco de celui du Rio Doce. Ce plateau domine toute la région environnante; au Nord et à l'Ouest, il est séparé par de profondes vallées des massifs de Caraça et da Piedade qui, seuls, dans cette région, sont plus élevés que lui. Ce plateau, sur une épaisseur de plus de 120^{m}, est entièrement formé d'une roche de grains de quartz irréguliers, sans ciment, avec mica plus ou moins abondant, à laquelle, quel que soit son degré de flexibilité et de schistosité, j'ai donné le nom de *quartzite micacé*.

» Les couches, qui courent sensiblement nord-sud, sont relevées de 20° à 30° vers l'ouest. Sur le bord ouest, coupé à pic, on voit nettement la superposition de cette roche aux micaschistes qui eux-mêmes reposent sur des granites gneissiques, base de tous les dépôts archéens de la partie centrale de Minas Geraës. Sur le plateau, il n'y a pas traces de roches éruptives. Elles sont représentées à l'est, à sa base, par une nappe de gabbre qui s'est fait jour au milieu des granites et, au sud et à l'ouest, par des filons de diabases et de diorites qui traversent les schistes micacés aurifères des environs de la ville de Caété. Les graviers diamantifères occupent le lit d'un des rares petits ruisseaux qui prennent naissance sur le plateau; ils ont été exploités depuis sa source jusqu'à sa sortie du cirque, à partir duquel il a été canalisé pour le service d'une exploitation d'or. Les autres petits ruisseaux qui sillonnent le fond du cirque, et séparés de lui par quelques centaines de mètres, au dire des chercheurs de diamants, n'en contiennent pas; ce qui est facile à contrôler, c'est que

les roches sur lesquelles ils coulent sont toutes de même origine. Dans le gravier du petit cours d'eau diamantifère, j'ai rencontré, outre un diamant, la série des minéraux suivants : anatase, rutile, fer titané, magnétite, oligiste, martite, tournaline, monazite, disthène, fibrolite, quartz, or. Ces éléments, sauf le quartz, sont à peine roulés.

» L'anatase qui, après le quartz et le fer titané, est le plus abondant, est en cristaux jaunes, gris verdâtre, bleus dont quelques-uns ont conservé tout leur éclat et la vivacité de leurs arêtes. Le rutile est en cristaux aplatis, jaune de miel ou rougeâtres, tels qu'on les trouve en place dans les schistes diamantifères de São João da Chapada. On ne peut avoir le moindre doute que ces minéraux, comme le diamant, ne proviennent des quartzites micacés et l'on peut suivre dans les petites cascades formées par les filets d'eau qui tombent du bord ouest la transformation des fragments anguleux de quartz hyalin en éléments arrondis.

» Dans ces quartzites le diamant et ses satellites ne sont pas disséminés irrégulièrement sur tous les points; ils occupent certainement une bande étroite dirigée est-ouest, direction d'un grand nombre de filons aurifères de Minas Geraës, et où il faut les chercher dans les petites veines de quartz hyalin que l'on rencontre fréquemment au milieu des quartzites et sur lesquelles doivent porter de nouvelles recherches pour y vérifier l'existence du diamant. La disposition du gisement, telle que je viens de l'indiquer, suffit, il me semble, pour éloigner l'idée que le diamant à Cocaës proviendrait de gisements plus anciens placés dans une roche, aujourd'hui détruite, et dont les éléments ont fourni ceux des quartzites micacés, hypothèse qu'il serait impossible d'ailleurs d'admettre pour l'anatase, le rutile, la martite, l'oligiste en cristaux à angles si nets. Seule l'hypothèse de l'origine filonienne du diamant, au Brésil, et à laquelle me ramènent toujours mes observations, explique bien sa localisation à Cocaës dans une direction bien déterminée et la présence constante avec lui de minéraux dont on ne peut nier la formation au milieu même des roches où ils se trouvent. »

GÉOLOGIE. — *Sur les éruptions de la région du Mézenc, vers les confins de la Haute-Loire et de l'Ardèche.* Note de M. **Termier**, présentée par M. Fouqué. (Extrait.)

« 1° On peut séparer les trachytes phonolithiques (phonolithes) du Velay en deux catégories basées sur le plus ou moins d'acidité. Dans la première

catégorie, le fer oxydulé et le pyroxène sont rares; l'amphibole est presque absente. Le pyroxène est vert, un peu polychroïque, sodifère, très semblable à l'acmite par beaucoup de ses caractères; il apparaît d'ailleurs dans les deux stades de consolidation. Le sphène est fréquent. Les microlithes d'oligoclase sont exceptionnels. Dans la deuxième catégorie, la magnétite est fréquente, épigénisant souvent de grands cristaux d'amphibole. Le pyroxène, très abondant, a les caractères habituels de l'augite. Les microlithes tricliniques d'oligoclase s'associent aux microlithes d'orthose.

» Les premiers trachytes phonolithiques sont de beaucoup les plus abondants dans la région du Mézenc. Les seconds dominent, au contraire, dans les environs de Retournac et d'Yssengeaux.

» Il convient de rapporter aux trachytes phonolithiques certaines roches, appelées *trachytes* par Tournaire, où la division tabulaire est peu nette. Telles sont celles qui forment les buttes des Baraques et de Montusclat, non loin de Fay-le-Froid. En revanche, un vrai trachyte s'observe au Mézenc, près du hameau des Imberts. Ce trachyte, remarquable par ses grands cristaux d'apatite, est venu au jour, selon toute vraisemblance, un peu avant les grandes masses phonolithiques.

» Le filon de Chantemerle, dont j'ai parlé plus haut, est également constitué par un trachyte phonolithique à microlithes très aplatis.

» La plupart des buttes phonolithiques de la Haute-Loire sont, comme le pensait Tournaire, des dykes énormes plus ou moins déchaussés par l'érosion. Mais quelques-unes sont des ruines de vastes coulées. Telles sont celle de la Braye d'Alambre, à l'ouest du Mézenc, et celle de Lardeyrol, à l'est de Chaudeyrolles. On les voit, en effet, reposer sur des coulées plus anciennes.

» 2° Les roches désignées par Tournaire sous le symbole *b*P sont nettement distinctes du basalte, avec lequel elles n'alternent jamais. Elles apparaissent habituellement sous des coulées phonolithiques, quelquefois aussi sous le basalte des plateaux. Si la spécification de ces roches est difficile à l'œil nu, elle devient très aisée avec le concours du microscope, qui les partage immédiatement en trois catégories.

» Les premières sont de vrais trachytes phonolithiques; tel est le trachyte du point 1212, à l'est de Fay-le-Froid.

» D'autres sont des trachytes vitreux dont l'éruption a précédé immédiatement ou accompagné celle des trachytes phonolithiques. Peut-être même faut-il n'y voir qu'un magma phonolithique refroidi plus brusquement que celui des grands dykes. Ces roches, généralement très bulleuses,

se trouvent, par exemple, à la Braye d'Alambre et à la Freydère, près de Mondeyres.

» D'autres, enfin, sont des *andésites* non douteuses, plus basiques que les phonolithes et nettement antérieures à ces derniers. Ces andésites contiennent généralement de grands cristaux de labrador et d'amphibole. Elles représentent, dans la région du Mézenc, l'équivalent des dernières éruptions andésitiques du Cantal, mais elles ne forment que des coulées peu puissantes et peu étendues. Telle est la coulée d'andésite des Hauts-Ribes, à l'est de Chaudeyrolles. Cette coulée est nettement enclavée entre le trachyte phonolithique de Lardeyrol et la labradorite de Vahille. Telle est aussi l'andésite à mica noir et pyroxène de Praneuf, dans la vallée de la Saliouse.

» 3° Toutes les laves noires du Mézenc ne sont pas des basaltes. Les parois du cirque de Chaudeyrolles sont constituées par des coulées assez puissantes d'une labradorite augitique à pyroxène et amphibole, qui se distingue nettement du basalte par la très grande rareté de l'olivine. C'est cette roche qui encaisse le filon de phonolithe de Chantemerle. C'est elle qu'on retrouve à Vahille et à La Destourbe, au-dessous de l'andésite grise. C'est elle encore qui constitue les coulées inférieures du cirque de Cuzet, à l'est du Mézenc.

» A l'œil nu, cette labradorite ressemble beaucoup au basalte. Elle a sa couleur, sa grande densité, son mode habituel de décomposition en petits grains polyédriques. Comme lui, elle alterne avec des couches scoriacées, couleur rouge. Elle s'en distingue cependant quelquefois par une nuance plus claire, une porosité plus grande, une division tabulaire plus nette et plus prononcée.

» Au microscope, cette labradorite apparaît comme une roche peu homogène. Dans une même plaque mince, l'abondance du fer oxydulé varie considérablement d'un point à l'autre. Certains échantillons, moins basiques, renferment de nombreux microlithes d'oligoclase, très fibreux, s'éteignant rigoureusement à zéro entre les nicols croisés; mais les microlithes de labrador semblent presque toujours prédominer.

» A Chaudeyrolles, on voit la labradorite reposer sur des couches de cinérites pliocènes.

» 4° Au-dessus de toutes les éruptions précédentes s'étendent les coulées du basalte des plateaux. Ce basalte est toujours labradorique; l'olivine y est toujours très abondante. C'est lui qui forme les plateaux de Fayle-Froid, de Saint-Front, de Saint-Clément; il apparaît, au Mézenc même, en nappes sur le trachyte phonolithique et en grands filons traversant ce

trachyte ou la labradorite. Un de ces filons, orienté N. 45° O., coupe l'escarpement occidental du Mézenc. On peut le suivre presque jusqu'au sommet.

» En résumé, les éruptions du Mézenc, quoique beaucoup moins variées que celles de l'Auvergne, présentent cependant une diversité plus grande que ne le croyaient jusqu'ici les géologues. Leur ordre de succession a été le suivant :

» 1. Labradorite augitique à pyroxène et amphibole précédée de tufs et cinérites pliocènes ;

» 2. Andésite à labrador et amphibole et andésite à mica noir et pyroxène ;

» 3. Trachyte inférieur à apatite et trachytes vitreux ;

» 4. Trachytes phonolithiques ou phonolithes de Tournaire ;

» 5. Basalte des plateaux.

» En aucun point du Velay la série complète n'est observable. Il est même probable que la labradorite et les andésites ne se trouveront guère qu'au Mézenc. Je dois dire cependant que j'ai trouvé à Orceroles, près de Retournac, à 50^{km} au nord du Mézenc, en plein granite, un petit filon d'une andésite noire, à labrador et amphibole.

» Quoi qu'il en soit, ces éruptions ont toutes été très limitées, si l'on excepte celle du basalte des plateaux. A l'époque des andésites, des trachytes et des trachytes phonolithiques, les bouches volcaniques étaient extrêmement nombreuses dans le Velay ; mais aucune n'avait l'importance des grands volcans du Cantal et du mont Dore. »

MINÉRALOGIE. — *Sur le gisement du spath d'Islande.* Note de M. **Labonne**, présentée par M. Fouqué.

« Pendant les deux missions scientifiques en Islande que M. le Ministre de l'Instruction publique a bien voulu me confier dans les années 1886 et 1887, j'ai eu occasion d'étudier la mine du spath d'Islande, substance dont la rareté préoccupe à juste titre les laboratoires de Physique et de Minéralogie.

» J'ai l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie sur le résultat de mes recherches ; d'autant mieux qu'il sera facile d'acquérir la conviction, en jetant les yeux sur les photographies que je soumets à l'Académie, que la mine est loin d'être épuisée, comme on le croit généralement.

» C'est sur la côte septentrionale (et non pas méridionale, comme l'écrit le géologue Robert) du golfe Esquifjördr, branche nord du Reydarfjördr, qu'est situé le gisement. Son altitude exacte est de 95^{m} au-dessus du niveau de la mer.

» La masse visible, qui traverse un basalte altéré, a une direction nord-est et plonge de 25° au nord-ouest. Elle a 15^m de long sur une largeur moyenne de 3^m, tandis que l'épaisseur varie entre 2^m et 3^m.

» Les salbandes sont d'ordinaire tapissées de magnifiques zones de stilbite cristallisée.

» Les cristaux de spath limpide et utilisable pour l'optique, que j'ai pu extraire en assez grande abondance, sont disséminés tantôt au milieu du spath fissuré, tantôt au milieu du basalte altéré. La géode n'a jamais été attaquée qu'en un seul point.

» On aperçoit sur les photographies la masse calcaire et la cavité d'exploitation.

» Au mois de mai 1887, je pus pénétrer dans cette cavité, grâce à la congélation de l'eau qui en rend habituellement l'accès impossible, et voir que la masse se ramifiait en s'enfonçant dans la roche environnante. Ces *ramifications* n'ayant jamais été *attaquées*, il est extrêmement probable que des recherches conduites avec soin permettraient de donner à l'exploitation une importance plus considérable.

» Le gîte est actuellement concédé à un négociant islandais, M. Carl Tulinius, qui se contente de vendre au jour le jour le spath abattu, sans poursuivre aucun travail d'exploitation régulière. »

M. J. Delauney, dans une Lettre adressée de Saïgon, informe M. Daubrée qu'une météorite vient de tomber non loin de Tayninh, dans le village de Thanh-Duc, situé à 125^{km} environ de Saïgon. Cette météorite est, dit-on, de dimensions exceptionnellement grandes. M. Delauney s'est empressé de se rendre sur les lieux, et cherchera à l'extraire de la cavité où elle s'est enfouie en tombant sur le sol.

M. Daubrée présente le Tome VI des *Anales de Construcciones civiles y de Minas del Peru*, que publie l'École des Ingénieurs de Lima, par les soins de son directeur M. Habich, bien connu de l'Académie.

« Parmi les quatre Mémoires que contient ce Volume, imprimé en langue espagnole, on peut citer le Mémoire sur l'industrie des mines dans le district minier de Yauli, qui est essentiellement argentifère et dont les roches encaissantes se rapprochent, d'après l'auteur M. P.-F. Remy, de celles du célèbre gisement de Comstock, aux États-Unis.

» Le Mémoire sur les mines d'or du Pérou, par M. le professeur D. Antonio Raimondi, fait connaître les circonstances dans lesquelles se pré-

sente ce métal dans quinze départements. Les nombreux filons d'or du Pérou, dont la richesse est devenue autrefois proverbiale, mais dont l'exploitation est aujourd'hui beaucoup réduite par suite de circonstances diverses, traversent non seulement les roches cristallines, granitiques et syénitiques de la côte, mais aussi les terrains sédimentaires, y compris les roches métamorphiques, telles que les quartzites. Comme d'ordinaire, ces filons sont essentiellement quartzeux. Dans ceux du premier gisement, l'or est accompagné d'oligiste compact ou micacé, ou de limonite et d'une substance talqueuse. Dans les autres gisements, il est associé à de la pyrite et à d'autres sulfures métalliques plus ou moins argentifères, comme la chalkopyrite, la panabase, la bournonite, la jamesonite et la galène. L'or se présente en outre, de toutes parts, dans des dépôts d'alluvions, anciens et modernes. Une Notice sur les filons argentifères de Hualtanca, par M. Juan Torrico, mérite également d'être mentionnée.

» Ce Volume apporte une nouvelle preuve de la persévérance et de l'activité avec laquelle les professeurs de l'École et les ingénieurs du Pérou continuent à explorer les richesses minérales de la contrée remarquable qu'ils habitent. »

A 3 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Économie rurale, par l'organe de M. *Schlœsing,* en l'absence de son Doyen M. Peligot, présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. *Boussingault :*

En première ligne	M. **Aimé Girard**.
En seconde ligne, ex æquo *et par ordre alphabétique*.	M. **Chambrelent**. M. **Dehérain**. M. **Duclaux**. M. **Müntz**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la première séance.

La séance est levée à 6 heures.

J. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 DÉCEMBRE 1887.

PRÉSIDENCE DE M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur la loi des erreurs d'observation;* par M. J. BERTRAND.

« I. Si une même grandeur est mesurée un grand nombre de fois et que l'on groupe les mesures deux par deux dans un ordre réglé par le hasard, en choisissant dans chaque groupe la plus grande des deux erreurs commises, le rapport de la moyenne des carrés de ces erreurs maxima à la moyenne des carrés de toutes les erreurs converge vers la valeur

$$1 + \frac{2}{\pi}$$

lorsque le nombre des épreuves augmente indéfiniment.

» II. Si l'on groupe les mesures trois par trois, dans un ordre réglé par le hasard, la moyenne des carrés des plus grandes erreurs de chaque groupe divisée par la moyenne des carrés de toutes les erreurs a pour valeur probable

$$1 + \frac{2\sqrt{3}}{\pi}$$

et s'approche indéfiniment de cette valeur lorsque le nombre des épreuves augmente. »

GÉOMÉTRIE. — *Génération des courbes unicursales;* par M. DE **JONQUIÈRES**.

« I. Tandis qu'on ne peut attribuer *arbitrairement* à une courbe algébrique (dont un nombre suffisant de points simples donnés complètent la détermination) qu'un nombre relativement restreint de points doubles proprement dits, *une courbe du même degré peut, au contraire, si elle est unicursale, être dotée,* EN DES POINTS DÉSIGNÉS A VOLONTÉ, *de tous ses points multiples* ([1]) *équivalant ensemble à* $\frac{1}{2}(n-1)(n-2)$ *points doubles,* c'est-à-dire au maximum de ceux, dépendants et indépendants, qu'une telle courbe est susceptible de posséder.

» On sait que, dans chaque degré, il existe plusieurs courbes de ce *genre zéro,* les nombres et qualités des points multiples variant de l'une à l'autre, mais sans cesser de satisfaire à deux conditions caractéristiques, dont l'une revient à celle d'équivalence exprimée ci-dessus, et qui, déduction faite de deux des points simples qui font nécessairement partie des éléments donnés pour la détermination de la courbe ([2]), se traduisent *en bloc,* mais non *individuellement,* par les deux équations

$$\text{(A)} \qquad \Sigma s\alpha_s = 3(m-1), \qquad \Sigma s^2\alpha_s = m^2 - 1,$$

([1]) Il ne s'agira, dans ce qui suit, que de points multiples *ordinaires,* à tangentes distinctes. On sait qu'un tel point, d'ordre s, qui est donné, équivaut à $\frac{s(s+1)}{2}$ points simples, ou à $\frac{s(s-1)}{2}$ points doubles.

([2]) Il y a toujours au moins deux points *simples* parmi les points déterminatifs d'une courbe d'ordre quelconque; ce qu'on démontre très aisément.

où $s(1, 2, 3, \ldots, m-1)$ désigne l'ordre de multiplicité commun à tous les points α_s dont α exprime le nombre ([1]).

» L'objet de la présente Note est de montrer qu'on peut toujours et d'indiquer comment on doit former les deux faisceaux projectifs générateurs de la courbe unicursale C_m déterminée par de telles données, ce qui, du même coup, confirme la proposition énoncée et en réalise l'application dans les divers cas que l'on a à considérer ([2]).

» II. La manière de constituer les faisceaux générateurs ne se présente pas immédiatement à l'esprit. Sans offrir de difficultés sérieuses, elle exige de l'attention, voire même un peu d'exercice et d'adresse, et repose sur quelques principes et règles simples que je vais exposer. On conçoit, d'ailleurs, qu'elle ne puisse être exprimée par une formule algébrique unique, car l'analyse indéterminée ne fournit pas elle-même, sous une forme aussi

---

([1]) *Voir* le beau Mémoire de M. Cremona, *Sulle transformazioni geometriche delle figure piane*. Bologne, 1865. On y trouve les expressions algébriques de plusieurs familles de courbes unicursales, caractérisées chacune par la *forme* du nombre m relativement aux modules 2, 3 et 4, mais il en existe beaucoup d'autres dans chaque degré. J'ai fait connaître, dans mes *Communications* des 2 et 9 novembre 1885 (*Comptes rendus,* t. CI), puis, avec plus de détails, dans un Mémoire inséré au Tome XXIV du *Giornale di Matematiche* du professeur Battaglini, un procédé arithmétique permettant de les obtenir toutes, quelle que soit la valeur de m.

([2]) Dans le Tome LXII des *Comptes rendus*, page 584, Chasles a donné ce théorème, rappelé et démontré analytiquement par M. Hermite à la page 250 de son *Cours d'Analyse* (*) :

« Si une courbe C_m a $\frac{1}{2}(m-1)(m-2)$ points doubles, on peut déterminer ses points individuellement au moyen d'un faisceau de courbes d'ordre $m-1$, qui ont $m-2$ points doubles communs avec pareil nombre de points doubles de C_m et $\frac{1}{2}(m-2)(m-3)$ points simples coïncidant avec les autres points doubles de C_m et qui passent toutes par un autre point fixe de C_m. »

Mais on ne peut se donner *a priori* une telle C_m, puisque tous ses points doubles ne sont pas indépendants les uns des autres et ne peuvent être pris arbitrairement (**). Il n'en est pas de même lorsque ce nombre est atteint par équivalence; *tous* les points multiples qui déterminent l'unicursalité de C_m peuvent être pris à volonté, et il y avait là une question importante, qui me paraît n'avoir jamais été résolue, ni même abordée. Le théorème précédent, concernant un cas particulier et conditionnel du problème général, n'était pas moins un premier pas intéressant fait dans la question de la génération d'une courbe unicursale *quelconque,* qui fait l'objet de la présente *Note* et s'y trouve résolue.

(*) *Voir* aussi le *Cours d'Analyse* de M. Jordan, t. I.

(**) Sauf lorsque m est égal à 3, 4 ou 5.

générale, les données du problème, c'est-à-dire la solution en nombres entiers des relations (A). On ne saurait donc exiger davantage de la méthode, quelle qu'elle soit, qui s'applique à la formation des faisceaux projectifs dont il s'agit.

» Ce qui introduit souvent une difficulté, *en apparence* insurmontable, dans cette formation, c'est l'insuffisance du nombre des points *simples* qui figurent parmi les données. Comme trois de ces points doivent être réservés pour établir la projectivité des faisceaux, tantôt il n'y en a pas assez même pour ce seul objet ([1]), tantôt ceux qui s'y trouvent en excédent et disponibles ne suffisent pas pour déterminer les positions des *points inconnus* qu'on est presque toujours obligé d'introduire dans les *bases* des faisceaux pour résoudre la question ([2]). Lorsque cette nécessité se présente, il faut donc recourir à une sorte d'artifice, consistant à regarder les conditions données comme appartenant à une courbe C_{m+i}, d'ordre plus élevé que m, qu'on sache d'ailleurs devoir se décomposer en deux autres : l'une C_m, qui sera la courbe demandée; l'autre C_i, courbe auxiliaire ou *adjointe*, dont on se donne arbitrairement les éléments et qu'on élimine après coup du résultat final, de telle sorte qu'il ne reste que la C_m cherchée.

» D'ailleurs, et cela simplifie notablement la question, cette courbe adjointe, toutes les fois qu'il est nécessaire de l'introduire, n'est jamais qu'une ligne droite ou une conique, seules lignes algébriques jouissant de la double propriété d'être à la fois générales dans leurs degrés respectifs et unicursales ([3]). La condition, pour qu'une droite adjointe fasse *tout entière* partie du lieu complet C_{m+1}, est que $m+2$ de ses points soient communs

---

([1]) Car, ainsi que je l'ai dit plus haut, il n'y en a parfois que deux seulement.

([2]) Au sujet de ces points inconnus, *voir* l'*Essai sur la génération des courbes géométriques* et mes dernières *Communications* à l'Académie des Sciences, t. CV, pages 917 et 971.

([3]) Ce sont aussi les seules qui ne puissent avoir de points multiples adventifs, considération décisive dans la question présente et dans celle qui a fait le sujet de mes dernières Communications à l'Académie. On ne pourrait pas davantage employer des courbes unicursales, de degré $m > 2$, comme courbes adjointes. Car leurs points multiples devraient être introduits dans les bases (contrairement à la règle formelle énoncée ci-après); ils s'y trouveraient donc mêlés à ceux de la courbe proposée C_m; les branches de celle-ci s'y croiseraient aussi bien qu'aux points singuliers qui lui sont propres, et celles de la courbe adjointe, une fois l'opération qu'elle facilite terminée, ne pourraient plus, comme il le faut pourtant, être éliminées du résultat pour ne laisser subsister et apparaître que celui qu'on se proposait d'obtenir grâce à son concours temporaire.

avec celle-ci, ou, s'il s'agit d'une conique adjointe, que $2m+5$ de ses points soient dans le même cas. D'ailleurs, ces points *auxiliaires*, pris à volonté sur la ligne adjointe, *ne doivent en aucun cas entrer dans les bases des faisceaux;* leur rôle, conjointement (s'il y a lieu) avec quelques-uns des points simples donnés de C_m, consiste *exclusivement* à servir pour la détermination des points inconnus X, et, comme chacun de ceux-ci en emploie deux, on a tout d'abord une indication approchée du nombre de ces points inconnus qui devront figurer dans les bases. D'autre part, si l'on désigne par n, n' les degrés respectifs des faisceaux générateurs, j'ai fait voir, dans le cas où C_m est *générale* dans son degré, que le nombre X est donné par la formule $X = nn' - 1$. Mais, lorsque C_m doit posséder des points doubles ou multiples de divers ordres $s (s \gtreqless 2)$, ce nombre X, pour chaque point multiple d'ordre r' appartenant au faisceau (n'), qui sera superposé dans les bases à un point multiple d'ordre r appartenant au faisceau (n), dans le but de produire pour C_m un point multiple d'ordre $s = r + r'$, doit être diminué du produit rr'. La formule ci-dessus devient, par suite,

$$(A') \qquad X = nn' - 1 - \Sigma rr'\alpha,$$

où α désigne le nombre des points, de mêmes multiplicités respectives, qui se trouvent *superposés* de la sorte dans les deux bases (B), (B'), à l'exclusion d'ailleurs de ceux qui peuvent aussi y figurer, mais sans superposition d'aucun point de l'autre faisceau.

» III. Pour éclaircir ce qui vient d'être exposé à grands traits, j'en vais donner ici, dans la mesure restreinte de l'espace disponible, des applications variées, dont les unes auront un caractère général (lorsque l'analyse indéterminée fournira, pour une *forme* donnée du nombre m, une expression générale des éléments constitutifs de la courbe unicursale C_m), dont les autres (si l'on est privé de ce point de départ algébrique) seront de simples exercices numériques, pris au hasard, propres à servir de guide en toutes circonstances.

» 1° En premier lieu, supposons que la C_m proposée soit celle, unique, qui est déterminée par un point $m-2^{\text{uple}}$, $(m-2)$ points doubles et cinq points simples, savoir $C_m \equiv [5^1, (m-2)^2, 1^{m-2}]$, les *indices s* étant, pour plus de clarté, écrits en *exposants*). Dans ce cas, aucune ligne adjointe n'est nécessaire. On prendra

$$n = m - 1, \qquad n' = 1,$$

d'où, par la formule (A'),

$$X = (m - 1) - 1 - (m - 3) = 1,$$

car il n'y a de superposition dans les bases qu'au seul point multiple de l'ordre le plus élevé. On aura donc

$$C_m \equiv \begin{cases} B_{(m-1)} \equiv (1_x, (m-2)^2, 1^{m-3}) = \dfrac{(m-1)(m+2)}{2} - 1 \quad (^1), \\ B_1 \equiv (0, \quad 0, \quad 1 \quad) = 1, \end{cases}$$

et les cinq points simples donnés, n'ayant pas été employés, serviront et suffiront pour déterminer le point inconnu x et la projectivité des faisceaux.

» 2° En second lieu, si la C_m proposée est la *conjuguée crémonienne* de la précédente, savoir (pour le cas, par exemple, de m pair)

$$C_m \equiv \left(m^1, 1^{\frac{m}{2}-1}, 3^{\frac{m}{2}}\right),$$

aucune ligne adjointe n'est encore nécessaire; il n'y a pas, cette fois, de point inconnu à introduire dans les bases et, sans plus de détails, on a

$$C_m \equiv \begin{cases} B_{m-2} \equiv \left[(m-3)^1, 1^{\frac{m}{2}-2}, 3^{\frac{m}{2}-1}\right] = \dfrac{(m-2)(m+1)}{2} - 1, \\ B'_2 \equiv (\quad 0^1, \quad 1^1, \quad 3^1) = 4; \end{cases}$$

et les trois points simples restant disponibles serviront à établir la projectivité des faisceaux.

» 3° Supposons, m étant un multiple de 3, que la C_m proposée soit l'une des deux qui (pour une valeur d'ailleurs quelconque de m) possèdent seules un point $m - 3^{\text{uple}}$, par exemple celle-ci, qui est la seconde du Tableau Cremona, page 25 du Mémoire précité,

$$C_m \equiv \left[6^1, 1^2, \left(\frac{2m}{3} - 2\right)^3, 1^{m-3}\right].$$

» On doit recourir ici à une conique adjointe et prendre $n = m$, $n' = 2$, en superposant deux des quatre points de base du faisceau de coniques à deux des six points simples donnés, et les deux autres aux deux points

(1) Le nombre *total* des points formant la base d'un faisceau de courbes de degré m est m^2; mais le nombre des points *indépendants, nécessaires et suffisants* pour le déterminer, est simplement $\dfrac{m(m+3)}{2} - 1$.

donnés qui doivent devenir l'un double, l'autre $m - 3^{\text{uple}}$. Par conséquent, on a

$$X = 2m - 1 - (m - 4 + 1) = m + 2,$$

et le Tableau des bases des faisceaux est

$$C_m \equiv \begin{cases} B_m \equiv \left[(m+2)_x + 2^1,\ 0,\ 1^1,\ \left(\frac{2m}{3} - 2\right)^3,\ 1^{m-4}\right] = \frac{m(m+3)}{2} - 1, \\ B_2 \equiv (\quad 0, \quad 2^1,\ 1^1, \quad 0, \quad 1^1\ ) = 4. \end{cases}$$

Quatre des six points simples donnés ayant été employés, il en reste deux qui, ajoutés aux $2m + 5$ points simples auxiliaires, pris arbitrairement sur la conique adjointe, font un total de $2m + 7$ points, $= 3 + 2(m + 2)$, nécessaires et suffisants pour établir la projectivité des faisceaux et déterminer les $m + 2$ points inconnus x.

» 4° S'il s'agit de la conjuguée crémonienne de la courbe précédente, savoir

$$C_m \equiv \left(\frac{2m^1}{3},\ 1^{\frac{m}{3}-1},\ 4^{\frac{m}{3}},\ 1^{\frac{2m}{3}}\right),$$

il faut, avec une droite adjointe, prendre $n = m - 2$ et $n' = 3$. On aura, en plaçant un point simple du faisceau de cubiques sur chacun des points multiples de l'autre faisceau,

$$X = 3(m-2) - 1 - \left[\frac{2m}{3} - 1 + 4\left(\frac{m}{3} - 1\right) + \frac{m}{3} - 2\right] = \frac{2m}{3},$$

d'où

$$C_m \equiv \begin{cases} B_{m-2} \equiv \left[\left(\frac{2m}{3}\right)_x^1 + \left(\frac{m}{3} - 3\right)^1,\ 0,\ 1^{\frac{m}{3}-2},\ 4^{\frac{m}{3}-1},\ 1^{\frac{2m}{3}-1}\right] = \frac{(m-2)(m+1)}{2} - 1, \\ B_3 \quad \equiv (\quad 0, \quad 2^1,\ 1^1,\ 4^1,\ 1^1\ ) = 8. \end{cases}$$

» Il reste disponibles $\frac{m}{3} + 1$ points simples donnés, qui, ajoutés aux $m + 2$ points auxiliaires, pris sur la droite adjointe, font un total de $\frac{4m}{3} + 3$ points, nécessaires et suffisants pour établir la projectivité et déterminer les $\frac{2m}{3}$ points inconnus.

» 5° Pour donner un exemple où la base du faisceau (n') ne contient pas seulement des points simples, soit, pour $m \equiv 0 \pmod 4$,

$$C_m \equiv \left[3^1,\ 3^2,\ 2^3,\ \left(\frac{m}{2} - 3\right)^4,\ 1^{m-4}\right]$$

(*voir* Cremona, p. 27).

» On prendra une conique adjointe, $n = m - 1$, $n' = 3$ les cubiques de ce faisceau ayant toutes un point double, et la solution sera la résultante des deux faisceaux

$$C_m \equiv \left\{ \begin{array}{l} B_{m-1} \equiv \left[(m+2)_x^1 0,\ 2^1,\ 1^2,\ 2^2,\ \left(\frac{m}{2} - 3\right)^4,\ 1^{m-6}\right] \equiv \frac{(m-1)(m+2)}{2} - 1, \\ B'_3 \quad \equiv (\quad 0 \quad 1^1,\ 2^1,\ 0,\ 2^1, \quad 0, \quad 1^2 \quad) \equiv 8. \end{array} \right.$$

» En effet, on a ici

$$X = 3(m-1) - 1 - [2(m-6) + 4 + 2] = m + 2.$$

» L_2 (nombre des points auxiliaires) $= 2m + 5$. D'ailleurs, il reste deux des trois points simples donnés non employés : donc on a, en tout,

$$2m + 7 \text{ points disponibles} = 3 + 2(m+2) = 3 + 2X.$$

» Je pourrais à volonté multiplier ces exemples *algébriques;* mais je dois me hâter d'en donner quelques autres *numériques,* où se présentent des circonstances nouvelles.

» IV. 1° Soit proposée

$$C_{12} \equiv (2^1,\ 3^2,\ 1^3,\ 3^4,\ 1^5,\ 1^7);$$

on prendra une conique adjointe, avec $n = 10$ et $n' = 4$, les courbes du quatrième ordre ayant un point triple commun, d'où

$$C_{12} \equiv \left\{ \begin{array}{l} B_{10} \equiv (13_x^1,\ 0,\ 1^1,\ 2^2,\ 1^3,\ 3^3,\ 1^4,\ 1^4) = 64, \\ B'_4 \ \equiv (\ 0,\ 2^1,\ 1^1,\ 0,\ 0,\ 3^1,\ 1^1,\ 1^3) = 13, \end{array} \right.$$

$$X = 40 - 1 - (12 + 4 + 9 + 1) = 13 \qquad \text{et} \qquad L_2 = 29 = 3 + 2.13.$$

» 2° Soit encore

$$C_{17} \equiv (2,\ 0,\ 0,\ 0,\ 0,\ 8^6);$$

on prendra une conique adjointe, $n = 15$, $n' = 4$, d'où

$$X = 4.15 - 1 - 8.5 = 19$$

et

$$C_{17} \equiv \left\{ \begin{array}{l} B_{15} \equiv (14_x,\ 0,\ 0,\ 0,\ 8^5), \\ B_4 \ \equiv (5_x,\ 0,\ 0,\ 0,\ 8^1); \end{array} \right.$$

il reste les deux points simples donnés de C_{17} et les $2.19 + 1 = 39$ points auxiliaires de C_2, en tout $41 = 3 + 2.19$.

» Etc., etc. »

CHRONOMÉTRIE. — *Comparaison des divers systèmes de synchronisation électrique des horloges astronomiques;* par M. C. **Wolf**.

« M. Cornu a présenté, dans la dernière séance, un procédé nouveau de synchronisation des pendules, et préconisé l'emploi d'un amortisseur. A cette occasion, je prie l'Académie de me permettre d'appeler son attention sur la comparaison des différents systèmes de synchronisation qui ont été employés et dont les uns contiennent des amortisseurs, tandis que les autres n'en ont pas besoin. J'établirai cette comparaison uniquement au point de vue de l'emploi de la synchronisation pour un service régulier, tel que celui d'un observatoire ou d'une ville.

» L. Foucault a, le premier, je crois, formulé le principe de la synchronisation des horloges par une action électromagnétique en 1847, à l'occasion d'une Communication de M. Faye sur un moyen de soustraire les pendules astronomiques à l'influence des variations de la température et de la pression atmosphérique (*Comptes rendus*, t. XXV, 1847, p. 375). Son procédé, qu'il n'avait pas réalisé, consistait à munir le balancier de l'horloge à régler d'une armature en fer doux, qui était attirée à chaque extrémité de l'oscillation par un électro-aimant placé latéralement, au moment où, à chaque seconde, l'horloge-type y lançait un courant de courte durée. Lorsqu'en 1867 je fus chargé par Le Verrier de synchroniser les horloges de l'Observatoire, j'essayai d'abord le procédé de Foucault, d'après les indications qu'il voulut bien me donner. Son système exigeait des amortisseurs; d'après lui, ce devait être deux ressorts agissant de chaque côté du balancier pour limiter l'amplitude de l'oscillation : la résistance de ces ressorts, étant à chaque instant proportionnelle à l'angle d'écart, n'altérait pas la loi d'oscillation du pendule dans de très petites amplitudes. Ces ressorts pouvaient en même temps servir à établir des contacts alternatifs et à distribuer des courants dans d'autres horloges. L'expérience réussissait bien, à la condition d'employer un courant aussi constant que possible.

» M. Liais, dans la pendule électrique qu'il fit construire par M. Deschiens, employa un ressort à boudin pour amortir l'action d'une bobine placée latéralement sur une armature de fer doux fixée au balancier.

» Le principe de synchronisation posé par L. Foucault fut réalisé, quelques années plus tard, d'une façon différente et indépendante, par

R.-L. Jones, en Angleterre, en 1858, et par M. Vérité, de Beauvais, en 1863. Dans l'appareil de Jones, exécuté par Ritchie d'Édimbourg (*Transactions of R. Scottish Society of Arts,* april 1873) et employé à Édimbourg, à Liverpool et ailleurs, le balancier porte à la partie inférieure, en guise de lentille, une grosse bobine dans laquelle le courant de l'horloge-type est lancé à chaque seconde, les deux ressorts de suspension du balancier servant de conducteurs. De part et d'autre sont fixés, à la boîte de la pendule, deux aimants assez courts, qui sont tour à tour *complètement enveloppés* par la bobine au moment de l'excursion maxima du balancier à droite et à gauche. Cet appareil n'a pas d'amortisseur et n'en a pas besoin, comme nous l'allons voir.

» Lorsque M. Airy l'adopta à l'observatoire de Greenwich en 1859, il y fit une légère modification : les aimants furent fixés au balancier et l'on mit deux bobines immobiles à la place des aimants (*Nature*, 1876, may 18 and june 1. — *Description of Greenwich Time-signal system, Greenwich observations*, 1879, *Appendice*). C'est à peu près la disposition de M. Cornu, avec cette différence capitale que chaque aimant s'engage complètement dans sa bobine. L'amortisseur est encore inutile.

» M. Vérité (*Comptes rendus*, t. LVI, 1863, p. 401. — *Revue chronométrique,* t. IX, 1863, p. 403) emploie un électro-aimant placé dans le prolongement de la tige du balancier arrivé à l'extrémité de sa course, et une armature horizontale de fer doux fixée au balancier perpendiculairement au plan d'oscillation. Ici encore point d'amortisseur. M. Vérité a pu néanmoins synchroniser des pendules dont les marches diurnes naturelles différaient de plusieurs minutes. Dans l'application que j'ai faite de ce procédé aux pendules astronomiques de l'Observatoire en 1870, j'ai employé deux électro-aimants, placés chacun au-dessous de l'armature du balancier aux deux extrémités de sa course et animés tous deux à chaque seconde par le courant de la Pendule-type des caves. J'ai pris seulement la précaution de mettre en regard les pôles contraires des deux électro-aimants, de façon que l'aimantation de l'armature soit renversée à chaque oscillation. On verra tout à l'heure la raison de cette inversion.

» Pourquoi ces deux procédés, appliqués l'un à l'Observatoire de Greenwich où il fonctionne depuis vingt-sept ans, l'autre à l'Observatoire de Paris depuis dix-sept ans, n'ont-ils pas besoin d'amortisseur? C'est que l'action synchronisatrice n'a d'autre tendance que de retenir le balancier, arrivé à l'extrémité de sa course, dans une position d'*équilibre stable*. Dans l'appareil de Jones, la bobine mobile est en équilibre stable, abstrac-

tion faite de la pesanteur, lorsque son milieu coïncide avec le milieu de chacun des aimants; dans l'appareil de Vérité, l'armature est en équilibre stable lorsqu'elle est à la plus courte distance de l'électro-aimant. Ces positions correspondant aux extrémités de la course du balancier lorsque la synchronisation n'existe pas, l'appareil régulateur n'a aucune tendance à augmenter l'amplitude de l'oscillation : l'amortisseur est donc inutile, et cela, que le courant soit de très courte durée ou prolongé davantage, qu'il soit faible ou très énergique. Dans la disposition adoptée par M. Cornu, comme dans celle de L. Foucault, il faut qu'un amortissement intervienne, parce qu'il n'existe pas de position d'équilibre stable. Sans l'action de la pesanteur et de l'amortisseur, le balancier ou son armature viendrait buter contre la bobine ou l'électro-aimant, dépassant ainsi les limites au delà desquelles l'échappement de l'horloge ne fonctionne plus régulièrement. Telle est, à mon sens, la différence essentielle des procédés de synchronisation avec ou sans amortisseur, et je n'hésite pas à dire que je regarde comme seul correct celui qui tend à maintenir l'amplitude de l'oscillation dans ses limites normales. Mais je me hâte d'ajouter que, dans la pratique, je ferais bon marché de cette correction théorique, si la présence d'un amortisseur n'introduisait pas un vice capital dans l'appareil synchronisateur.

» Lorsque j'ai été chargé de synchroniser les pendules de l'Observatoire, je me trouvais en présence des différents systèmes de Foucault, de Jones et de Vérité. Pourquoi ai-je choisi le dernier? Ce qu'il faut surtout prévoir dans l'organisation d'un service, ce sont les cas possibles de défaillance du système adopté, et les conséquences qui devront en résulter. Tant que tout fonctionne bien, que le courant passe à propos, que les ruptures et les rétablissements du circuit se produisent régulièrement, peu importe qu'on ait choisi l'un ou l'autre système : nous savons qu'ils peuvent tous produire l'effet voulu. Mais qu'un accident se produise, que par un de ces caprices auxquels l'électricité nous a trop habitués, l'action synchronisante cesse de remplir son rôle, il faut qu'à ce moment la présence des appareils synchronisateurs n'introduise aucune perturbation, et que toutes les pendules qui ont cessé d'être réglées par la pendule-type continuent à fonctionner avec leur marche propre et dans des conditions telles que le service de l'Observatoire n'en soit pas interrompu.

» Supposons d'abord que le courant électrique cesse de passer. En pareil cas, l'amortisseur, quel qu'il soit, ressort ou bobine à circuit fermé, persiste à exercer son action, et, au bout de peu de temps, il diminue si

bien l'amplitude des oscillations, que la levée de l'échappement ne se fait plus : toutes les horloges s'arrêtent. Au point de vue du service d'un observatoire ou d'une ville, c'est un véritable désastre, et la seule possibilité de sa production me paraît être une objection capitale contre tout système de synchronisation où intervient un amortisseur.

» Restent les systèmes qui n'en ont pas besoin. Dans l'un, il y a des aimants et des bobines; dans l'autre des électro-aimants et une armature de fer doux. Si j'ai choisi le dernier, c'est par un excès de scrupule, et parce que j'ai voulu éviter jusqu'aux moindres chances d'amortissement en cas de non-fonctionnement du courant. Un aimant en mouvement en présence d'une bobine dont le circuit peut rester fermé sans qu'aucun courant le traverse y induit des courants amortisseurs de son mouvement et de celui du balancier qui le porte. Le système de Jones, sous l'une ou l'autre de ses formes, présente donc, quoiqu'un pareil cas soit bien improbable, des chances d'arrêt des pendules que ne court pas celui de Vérité, où l'on peut prendre toutes les précautions contre l'aimantation rémanente ou permanente des pièces de fer doux. Les électro-aimants régulateurs sont munis du perfectionnement dû à M. Hecquet, qui détruit le magnétisme rémanent; l'inversion de l'aimantation de l'armature à chaque oscillation, dont il a été parlé plus haut, fait que celle-ci revient à l'état naturel. Il ne reste donc, en cas de cessation du courant synchronisateur, aucune cause d'amortissement du mouvement du pendule.

» Je n'ai pas besoin de dire que toutes les précautions que M. Cornu préconise aujourd'hui pour éviter l'oxydation des contacts avaient été prises dès 1870 : emploi des dérivations et de la bifurcation du courant à l'entrée dans les deux bobines de chaque électro-aimant pour supprimer l'étincelle d'extra-courant, usage d'un condensateur de M. Fizeau pour supprimer la décharge des fils, etc. Après cinq années de fonctionnement continu, les pièces de contact en platine de la pendule des caves ne montraient que des traces à peine visibles d'altération.

» Il est un cas plus grave encore que celui de la suppression du courant régulateur des horloges : c'est celui où, l'interruption du circuit de la pendule-type devenant continue, par l'interposition d'une poussière par exemple entre les lames de contact, le courant devient lui-même continu dans les appareils synchronisateurs. La description de l'appareil de l'Observatoire, que du Moncel a insérée dans le tome IV de son *Exposé des applications de l'électricité*, indique comment j'ai obvié à l'arrêt complet des pendules qui résulterait de cette continuité du courant par l'emploi du

relai de sûreté, véritable soupape qui donne issue au courant en dehors des appareils régulateurs, dès qu'il devient continu ou seulement trop intense. Mais, s'il existe un amortisseur, toute précaution devient inutile : on n'a que le choix entre l'arrêt des pendules par le courant, ou l'arrêt des pendules par l'amortisseur.

» Il me resterait encore bien des points à examiner, si je voulais faire un exposé complet des conditions que doit remplir un système de synchronisation appliqué aux horloges d'un Observatoire. Mais je ne veux pas abuser de l'attention de l'Académie en l'éparpillant sur des points d'un intérêt secondaire. Il me suffit d'avoir montré qu'un amortisseur n'est pas nécessaire, si l'appareil synchronisateur remplit la condition de conserver aux oscillations leur amplitude normale, et qu'il peut devenir dangereux en arrêtant simultanément toutes les horloges auxquelles il est adapté. Je répète d'ailleurs ce que j'ai dit en commençant : je considère ici le réglage électrique des pendules au point de vue de son application à un service public. Je suis bien loin de nier les avantages que peut présenter le système de M. Cornu dans un laboratoire ou pour une expérience incessamment surveillée. »

CHIMIE. — *Sur les divers modes de décomposition explosive de l'acide picrique et des composés nitrés;* par M. **Berthelot.**

« 1. On connaît la violence avec laquelle les picrates font explosion sous l'influence du choc ou de l'échauffement. La plupart d'entre eux détonent subitement, quand on les porte à une température voisine de 310° à 320°. Aussi, par une généralisation toute naturelle, conforme d'ailleurs aux anciennes expériences de M. Chevreul, on avait admis jusqu'à ces derniers temps qu'il devait en être de même de l'acide picrique. L'explosion de ce corps peut avoir lieu, en effet, sous l'influence d'un détonateur, et cela presque sans fumée, comme M. Sprengel l'a signalé en 1873. Les brevets bien connus de M. Turpin roulent sur l'utilisation de cette propriété. L'observation prouve en outre que l'explosion, ainsi provoquée sur un point, se propage aisément par influence. Cependant, il s'est produit récemment des doutes et même des dénégations sur l'aptitude de l'acide picrique à faire explosion par simple échauffement. Diverses observations ont été faites à cet égard en France, ainsi qu'en An-

gleterre, celles-ci à l'occasion d'un grand incendie suivi d'explosion dans une fabrique de produits chimiques ([1]).

» 2. En fait, l'acide picrique, en masse un peu notable, placé sur un feu modéré dans une capsule, ou même dans une bouteille ouverte, fond, puis émet des vapeurs qui prennent feu au contact de l'air et du foyer, en brûlant avec une flamme fuligineuse, mais sans donner lieu à une explosion. Si l'on déverse le liquide enflammé sur une surface froide, il ne tarde pas à s'éteindre. Une très petite quantité, chauffée avec précaution dans un tube fermé par un bout, peut même se volatiliser sans décomposition apparente. On voit par là que l'acide picrique est bien moins explosif que les éthers nitriques, tels que la nitroglycérine et la poudre coton, ou bien encore que les composés azoïques et le fulminate de mercure.

» 3. Cependant, ce serait une erreur de croire que l'acide picrique est incapable de faire explosion par simple échauffement.

» En effet, ce corps soumis à une haute température se décompose avec dégagement de chaleur, en s'oxydant aux dépens de la vapeur nitreuse qui entre dans sa constitution. Or j'ai établi, il y a longtemps, par mes expériences, que toutes les fois qu'une réaction dégage de la chaleur, la vitesse de cette réaction croît d'une part avec la condensation de la matière, pour une même température, et d'autre part avec la température, pour un même état de condensation. Le dernier accroissement s'effectue même suivant une loi très rapide, exprimée par une fonction exponentielle de la température : ce qui tend à rendre la réaction explosive.

» Lorsqu'on opère en vase clos, la chaleur dégagée par la réaction même concourt en outre à accroître l'élévation de la température et, par suite, l'accélération des phénomènes.

» Conformément à ces principes, on peut provoquer la détonation violente de l'acide picrique sous la pression ordinaire et en vase ouvert, si on l'échauffe brusquement dans une enceinte portée d'avance à une haute température et dont la masse soit telle, que l'introduction de la matière explosive en petite quantité ne modifie pas sensiblement la température générale du milieu. Cette condition, indiquée par la théorie, peut être réalisée dans les circonstances suivantes : On prend un tube de verre fermé par un bout, d'un diamètre de 25^{mm} à 30^{mm}, et on l'échauffe sur la flamme

---

([1]) *Voir* le Rapport fait sur cet incendie par le colonel Majendie, Inspecteur en chef des explosifs; 1887.

d'un bec de gaz jusqu'à la température du rouge visible, sans cependant fondre le verre, ou déformer le tube. A ce moment, on projette au fond du tube deux ou trois cristaux d'acide picrique cristallisé, dont le poids ne surpasse pas quelques milligrammes. Le corps détone aussitôt avec vivacité, au point de contact, avant d'avoir eu le temps de se réduire en vapeur, et en produisant une lumière blanche très vive et un bruit caractéristique. J'ai pris soin de faire l'expérience dans une atmosphère d'azote, pour plus de netteté. Elle a produit à peine quelques flocons de charbon, le composé se transformant presque entièrement en gaz. Il est clair qu'elle réussit également dans l'air; mais alors le charbon est brûlé.

» 3. Si la dose de l'acide picrique est un peu plus considérable, sans atteindre cependant quelques centigrammes, le fond du tube peut être refroidi par sa projection suffisamment pour que la détonation n'ait pas lieu immédiatement. Mais le corps se réduit aussitôt en vapeur et il se produit bientôt une explosion avec flamme, dans une grande partie de l'étendue du tube. Cette explosion est moins aiguë que la détonation localisée, et elle paraît donner lieu à une dose relative de charbon plus considérable. L'explosion présente le même caractère, même avec quelques milligrammes de matière, si le fond du tube est tapissé du charbon provenant d'une première explosion.

» Opère-t-on sur un décigramme d'acide picrique, avec un tube neuf, porté au rouge, l'action est plus lente encore; cependant, l'acide ne tarde pas à fuser et à déflagrer avec vivacité, en développant une fumée abondante et une flamme rouge, qui enveloppe chaque parcelle successivement projetée. En même temps, les vapeurs produites s'enflamment vers l'orifice du tube, au contact de l'air ambiant.

» Enfin, si l'on augmente la dose de l'acide picrique, il se décompose encore, avec une épaisse fumée et une volatilisation partielle, mais sans déflagration.

» 4. J'ai fait des expériences analogues sur plusieurs composés nitrés, moins oxygénés que l'acide picrique.

» Soit la nitrobenzine, par exemple. Si l'on projette une gouttelette de ce composé, directement au fond d'un tube de verre, porté à l'avance au rouge et rempli d'azote, elle déflagre avec production de bruit et d'une flamme blanche. Mais l'expérience ne réussit pas avec une quantité plus forte; ou bien si le tube renferme déjà du charbon provenant d'une explosion antérieure.

» La binitrobenzine (quelques milligrammes), dans les mêmes condi-

tions que ci-dessus, détone un peu plus vivement, avec une flamme blanche; si l'on augmente un peu la dose, elle se vaporise d'abord, puis l'explosion a lieu; au-dessus de cette dernière dose, la matière fuse; enfin, à dose encore plus forte, il n'y a plus rien d'apparent.

» La naphtaline mononitrée, projetée à la dose de quelques milligrammes au fond d'un tube de verre rouge, dans l'azote, produit une flamme blanche et une légère détonation. A dose un peu plus forte, elle fuse, en développant seulement une flamme rouge. A dose plus forte encore, rien d'apparent.

» La naphtaline binitrée se comporte à peu près comme la binitrobenzine, avec une tendance plus marquée à ne produire qu'une flamme rouge.

» La naphtaline trinitrée, à très petite dose, dans les mêmes conditions, détone plus nettement, avec flamme blanche. Si la dose est plus forte, la flamme est rouge. Au delà, le composé se borne à fuser.

» On voit par ces observations quelle est la variété des modes de décomposition (¹) des composés nitrés proprement dits, et comment ces modes divers dépendent de la température initiale de la décomposition. Dans le cas où le milieu ambiant offre une masse assez considérable pour absorber à mesure la chaleur produite, il n'y a ni déflagration ni détonation. Cependant si un corps nitré, tel que l'acide picrique, en brûlant à l'air en grande masse, venait à échauffer la paroi de l'enceinte qui le contient à un degré suffisant pour que sa déflagration commençât, celle-ci pourrait concourir à élever davantage encore la température de l'enceinte et le phénomène finirait parfois par se transformer en détonation.

» Il suffirait même que celle-ci eût lieu sur un point isolé, soit dans un incendie, soit par une surchauffe locale de chaudière ou d'appareil, pour qu'elle pût donner lieu à l'onde explosive et se propager par influence dans la masse entière, en produisant une explosion générale. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur la « Collection des anciens Alchimistes grecs »*; par M. **Berthelot**.

» J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie un exemplaire de la première Livraison de la *Collection des anciens Alchimistes grecs* (in-4°, éditée par

---

(¹) Cf. les décompositions multiples de l'azotate d'ammoniaque, dans mon Livre *Sur la force des matières explosives*, T. I, p. 20.

M. Steinheil), Collection que je publie en ce moment, avec la collaboration du savant helléniste, M. Ch.-Em. Ruelle.

» Cette Collection est d'une grande importance pour la connaissance des origines de la Chimie, ou plutôt de l'Alchimie qui l'avait précédée. Elle existe en manuscrit dans la plupart des grandes bibliothèques de l'Europe; elle comprend environ 400 pages de textes grecs, remontant aux époques alexandrine et byzantine, et antérieurs pour la plupart aux auteurs qui ont été les promoteurs des études chimiques dans notre Occident. Cependant, cette Collection, seule parmi les séries de documents importants relatifs à l'antiquité, est demeurée jusqu'à présent inédite; l'obscurité du sujet ayant écarté les érudits, ainsi que la difficulté de rencontrer le concours d'un savant versé dans la connaissance de la langue et de la Paléographie grecque, avec un savant au courant des théories et des pratiques de la Chimie. Un heureux ensemble de circonstances permet de réunir aujourd'hui cette collaboration et d'entreprendre la publication de documents qui intéressent à la fois : les savants, parce qu'ils renferment le point de départ des découvertes de la Chimie moderne; les praticiens et les archéologues, parce qu'ils contiennent une multitude de procédés et de recettes techniques, relatifs à la fabrication des alliages, à la coloration des métaux, à la production des verres et des matières céramiques, depuis la vieille Égypte dans l'antiquité jusqu'au moyen âge oriental; enfin les philosophes, par divers documents concernant les doctrines théoriques ou mystiques, qui ont régné dans le monde au commencement de l'établissement du christianisme.

» Douze manuscrits fondamentaux, l'un tiré de la bibliothèque de Saint-Marc, à Venise, les autres de notre Bibliothèque Nationale de Paris, ont servi à constituer le texte de notre publication; édition princeps, qui comprend les variantes principales de tous ces manuscrits. La publication a lieu sous les auspices du Ministre de l'Instruction publique. Elle est divisée en trois livraisons.

» La présente livraison est formée de 500 pages environ, comprenant une centaine de pages de texte grec, où sont contenus les indications générales et les Traités de Démocrite (pseudo), de Synésius et d'Olympiodore; il s'y trouve en outre une traduction correspondante, avec notes constituant un Commentaire perpétuel. J'ai fait précéder le tout d'une Introduction de près de 300 pages, renfermant la traduction, avec Commentaires, des papyrus alchimiques de Leide, le plus vieux monument connu de notre science. J'y montre l'origine expérimentale véritable des opérations et des prétentions alchimiques. Puis viennent des Notices sur les relations mys-

tiques entre les métaux et les planètes, sur les sphères des médecins astrologues, sur les signes et notations alchimiques, reproduits en photogravure avec explications détaillées; sur les figures des appareils alchimiques, reproduits également en photogravure d'après les manuscrits grecs, et accompagnés de développements qui constituent une véritable histoire de ces appareils pendant les premiers siècles du moyen âge. Puis viennent des renseignements sur divers manuscrits de Saint-Marc, de Paris, du Vatican, de l'Escurial et de Leide, et des Notices historiques de Minéralogie et de Métallurgie.

» Le tout constitue une suite et un Commentaire à mon ouvrage *Sur les origines de l'Alchimie,* présenté à l'Académie il y a deux ans.

» Deux autres livraisons d'égale importance, actuellement en cours d'impression, seront présentées prochainement à l'Académie. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'application de la Photographie à la Météorologie;* par M. J. **Janssen**.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une série de photographies à grand format qui ont été prises au pic du Midi, pendant la première semaine d'octobre dernier, en vue de l'enregistrement des phénomènes météorologiques.

» Ayant été amené à séjourner au sommet du pic, à l'observatoire dirigé par M. Vaussenat, pour y faire des observations destinées à servir de contrôle à mes études sur l'absorption élective de l'oxygène et ces études m'ayant mis en rapport avec un habile photographe de Pau, M. Lamazouère, qui se trouvait alors au pic, j'ai eu la pensée d'utiliser la présence de ce praticien pour obtenir la photographie des phénomènes atmosphériques dont cette station élevée offre des tableaux parfois si saisissants.

» Mon but était surtout d'attirer l'attention des météorologistes et des observateurs sur les applications si importantes, à mon sens, que la Photographie peut recevoir ici.

» M. Lamazouère ayant bien voulu se placer sous ma direction, nous avons fait venir un grand nombre de plaques 30-40 et des produits, et nous avons commencé à prendre des images de tous les phénomènes intéressants dont nous étions les témoins pendant une semaine.

» Les photographies que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie sont le fruit de ce travail.

» C'est, tout d'abord, une série de quatre photographies formant panorama et présentant le développement de toute la chaîne pyrénéenne telle qu'elle est vue du pic. L'instant choisi est celui du lever du Soleil (le 4 octobre), alors que les rayons de l'astre n'ont pas encore produit leur action sur la couche presque continue de nuages qui occupe les vallées et ne laisse saillir que la partie élevée des massifs. Cette couche s'étend ici depuis l'Océan jusqu'à la partie orientale de la chaîne. A mesure que le Soleil s'élève et que son action se prononce sur la couche nuageuse en question, on voyait celle-ci s'élever; souvent des courants d'air plus chaud, perçant la couche, entraînaient la matière nébulaire et l'on voyait des flocons s'élever du sein de la masse, affectant les formes les plus singulières et les plus bizarres. En même temps, et ainsi que je viens de le dire, on voyait la couche générale s'élever et la chaîne pyrénéenne présenter alors l'aspect d'une mer tourmentée, de laquelle n'émergent que quelques rares sommets formant autant d'îlots. C'est le phénomène que présente la photographie n° 10 de la collection. De la couche de nuages qui figure comme les vagues d'une mer furieuse on voit émerger, au premier plan, le pic de la Picarde; plus loin, l'Arbizon et, aux limites de l'horizon, les massifs du pic Poset et ceux du Clarabide et du Néthou.

» Quand ce phénomène se produit, il est suivi d'autres phénomènes dont il serait bien intéressant de pénétrer complètement les causes météorologiques. Ou bien les nuages se dissipent sous l'action solaire, ou bien ils s'élèvent et forment une couche beaucoup plus élevée, ou bien encore ils se résolvent en brouillard qui enveloppe toute la chaîne et en cache complètement la vue. Dans ces phénomènes interviennent non seulement les conditions météorologiques de la région qui en est le théâtre, mais encore des éléments étrangers que les vents apportent et qui ont une si grande influence en Météorologie. J'ai été témoin de cette action en plusieurs circonstances; notamment à la station élevée de Simla, dans l'Himalaya, en 1868. Pendant le mois de décembre, l'atmosphère était tout à fait calme. La sécheresse était extrême, la viande ne s'y corrompait jamais et le papier, notamment, y donnait des manifestations électriques au toucher. Or, dans ces conditions, l'action solaire sur l'atmosphère qui m'entourait avait une netteté et une régularité remarquables. Le peu de vapeurs émises par la végétation alpestre des vallées se condensait au coucher du Soleil et formait dans les fonds une légère couche nuageuse. Au lever, cette couche s'élevait peu à peu et, pénétrant dans un air très sec, elle se

dissipait rapidement. Cependant l'hygromètre décelait sa présence. A mesure que le Soleil baissait, ces vapeurs se reformaient et regagnaient le fond des vallées, pour repasser par les mêmes manifestations le jour suivant.

» Ce régime si régulier cessa en janvier; alors les vents nous amenèrent des mers de l'Inde des torrents de vapeur aqueuse et tous les phénomènes furent bouleversés. Ce fut alors que commencèrent ces grands orages dont l'Europe ne peut donner une idée. Pour analyser le nouvel état atmosphérique, il eût fallu connaître exactement l'importance des facteurs étrangers qui venaient modifier les éléments locaux. Mais il est évident qu'une série de photographies très complète et judicieusement prise eût fourni de précieux éléments de discussion, en la combinant avec l'ensemble des observations météorologiques.

» Les photographies nos 7 et 11 montrent des effets très intéressants de coucher de Soleil.

» Une autre présente une vue du côté est de la chaîne, dans laquelle le Soleil a été rendu positif par excès de pose.

» La photographie n° 5 montre les pentes neigeuses du pic du Midi sur lesquelles on voit, si l'on y donne une grande attention, une série de petits points noirs qui se suivent. Ces points, si difficiles à voir, ne sont autre chose que l'image des ascensionnistes de l'Association française pour l'avancement des Sciences qui, le 4 octobre, sont venus nous visiter au sommet du pic. Prévenu de leur visite, j'avais fait disposer les appareils pour obtenir cette photographie instantanée, qui leur sera offerte.

» La station du pic du Midi est admirablement placée pour des études de ce genre. Je ferai ce qui dépendra de moi pour que M. Vaussenat, son directeur, si courageux et si admirablement dévoué, puisse s'y livrer. Il est bien à désirer que le mandat de M. Vaussenat, qui expire cette année, lui soit continué.

» Il paraît que plusieurs stations météorologiques élevées des États-Unis vont être abandonnées. Cela paraît bien regrettable, et d'autant plus que ce genre de stations se prête à des observations spéciales d'un haut intérêt et notamment à ces études par la Photographie qui prêtera, avant peu, à la Science météorologique un concours aussi précieux que celui qu'elle donne déjà aux autres Sciences.

» Pour me résumer, je dirai que la Photographie apportera à la Météorologie envisagée, ainsi qu'on tend, avec si juste raison, à le faire actuelle-

ment, comme une science indépendante qui devra être cultivée pour elle-même, qu'elle lui apportera, dis-je, des éléments de discussion précieux et variés :

» 1° En donnant des phénomènes des images d'ensemble sur lesquelles ces phénomènes peuvent être discutés, et qui donnent une valeur toute nouvelle aux éléments météorologiques observés;

» 2° En permettant dans des cas particuliers, et par l'emploi de méthodes appropriées, des mesures de distances, de hauteur, de dimensions des nuages, des météores, etc.;

» 3° En ouvrant aux études toute une voie de mesures photométriques de la lumière des astres dans ses rapports avec l'atmosphère;

» 4° En permettant de léguer à l'avenir un ensemble de documents utilisables, quel que soit le point de vue que les progrès de la Science amènent à considérer. »

M. **Maurice Lévy** fait hommage à l'Académie de la deuxième édition de son Ouvrage intitulé : *La Statique graphique et ses applications aux constructions*, et s'exprime en ces termes :

« La première édition de cet Ouvrage ne comprenait qu'un Volume. On s'y était borné aux problèmes pouvant être résolus graphiquement à l'aide des seuls principes de la Statique.

» La nouvelle édition est un Traité de la matière, que nous avons essayé de rendre aussi complet que possible en exposant les méthodes graphiques les plus récentes et en en faisant l'application aux divers problèmes que soulève l'art des constructions.

» Elle se compose de quatre Volumes.

» Le premier, qui est à peu près l'équivalent de la première édition, simplifiée et complétée sur divers points, traite des principes généraux et des problèmes solubles par la Statique, tels que les ponts suspendus ordinaires, les systèmes articulés sans lignes surabondantes.

» Le deuxième est entièrement consacré à l'étude graphique et analytique des poutres droites à un nombre quelconque de travées et à la théorie des *lignes d'influence* dues à M. le professeur Fränkel, perfectionnées par M. le professeur Winckler et si commodes dans le délicat problème du passage d'un convoi sur un ouvrage quelconque formé de poutres ou d'arcs.

» Le troisième a pour objet les arcs métalliques encastrés ou non,

avec ou sans charnières, les ponts suspendus avec poutre de rigidité, les coupoles métalliques et l'action du vent sur les grandes fermes en charpente.

» Dans une Note spéciale, nous exposons une méthode graphique très simple pour déterminer directement les arcs d'égale résistance, sans employer la méthode ordinaire de fausse position qui consiste à appliquer à des pièces de section variable des résultats établis seulement pour des pièces de section constante.

» Pour l'étude des charges mobiles, nous employons une courbe que nous appelons la *ligne de poussée,* et qui se construit, quel que soit l'arc considéré, très simplement comme courbe funiculaire de certaines forces fictives connues, dès qu'on se donne la forme générale de l'arc à étudier.

» Le quatrième et dernier Volume, qui paraît aujourd'hui même, comprend les voûtes et coupoles en maçonnerie, la poussée des terres et des fluides, les murs de soutènement et les systèmes articulés à lignes surabondantes.

» J'y reproduis mon Mémoire sur les systèmes exigeant le moindre volume de matière, tel qu'il a été publié dans la première édition, mais en le faisant précéder des nombreux et importants travaux parus sur les systèmes articulés. Je donne notamment l'élégante méthode de Mohr pour le calcul des tensions et déformations dans ces systèmes, celle de notre illustre Correspondant M. le général de Menabrea, et les travaux de Winckler.

» Les Tables numériques de mon Mémoire ont été revues avec le plus grand soin.

» Dans un appendice à ce Mémoire, j'ai essayé de spécifier les cas d'exception que présentent les systèmes articulés, soit au point de vue cinématique, soit au point de vue mécanique.

» Dans une autre Note, je donne un théorème inédit qui m'a été récemment communiqué par M. Eddy, et qui complète d'une façon très heureuse la solution que j'ai donnée, dans le premier Volume, de l'important problème du passage d'un convoi sur une poutre à deux appuis.

» Toutes les constructions graphiques relatives aux ouvrages en maçonnerie et à la poussée des terres sont déduites de la notion de l'équilibre-limite, telle que je l'ai définie autrefois dans un Mémoire sur la poussée des terres. C'est celle qui me paraît fournir le mode d'exposition le plus clair et le plus précis.

» Le Volume se termine par un Index alphabétique des matières contenues dans l'Ouvrage entier.

» Je me suis efforcé de rendre les démonstrations aussi élémentaires que possible. Elles sont toutes déduites des premières notions de la Géométrie plane. La lecture du premier Volume n'exige, en quelque sorte, pas d'autre connaissance. Dans les Volumes suivants, on suppose connus les éléments du Calcul différentiel et du Calcul intégral.

» Chaque Volume est accompagné d'un Atlas. Ces Atlas comprennent notamment l'étude graphique des principaux types de charpente pour toitures; les fermes du palais de l'Exposition universelle de 1878; celle d'une poutre à travées solidaires; celles de divers systèmes d'arcs, notamment celui du pont du Douro; des types de voûte en maçonnerie; de coupole métallique et en maçonnerie; de murs de soutènement, etc.

» Nous devons, en terminant, exprimer toute notre gratitude à M. Gauthier-Villars, pour les soins particuliers apportés à la gravure et à la typographie. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre dans la Section d'Économie rurale, pour remplir la place laissée vacante par le décès de M. *Boussingault*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 60,

M. Chambrelent	obtient. . . .	18	suffrages
M. Dehérain	»	17	»
M. Duclaux	»	14	»
M. Aimé Girard	»	11	»

Aucun candidat n'ayant réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un second tour de scrutin.

Au second tour de scrutin, le nombre des votants étant 60,

M. Dehérain	obtient. . . .	20	suffrages
M. Chambrelent	»	19	»
M. Duclaux	»	15	»
M. Aimé Girard	»	6	»

Aucun candidat n'ayant réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un scrutin de ballottage.

Le nombre des votants étant 60,

M. Dehérain	obtient. . . .	34	suffrages
M. Chambrelent	»	25	»

Il y a un bulletin blanc.

M. **Dehérain**, ayant réuni la majorité des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet à l'Académie un Rapport de M. *Serullas*, qui a été chargé d'une Mission dans la presqu'île de Malacca par les Ministères de la Marine et des Postes et Télégraphes.

L'auteur expose l'histoire de la découverte du premier arbre à gutta-percha, l'*Isonandra gutta Hookerii*, donne des renseignements sur les origines botaniques des diverses variétés de gutta-percha et sur le mode d'exploitation qui tend à faire disparaître les espèces végétales dont on les extrait.

Le Mémoire de M. Serullas est renvoyé à l'examen de la Section d'Économie rurale.

M. C. **Faivre** soumet au jugement de l'Académie un cadran solaire portatif, dont il donne la description et le dessin.

(Renvoi à l'examen de M. Cornu.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Les livraisons d'octobre et décembre 1887 de la « Revue de Géographie » dirigée par M. *L. Drapeyron*. (Présentées par M. Jurien de la Gravière.)

M. le **Secrétaire perpétuel de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres** annonce que M. *Alf. Prost* lui a fait part de la découverte d'une Lettre, adressée par Périer à de Jouffroy, le 6 février 1785, qui semble intéressante pour l'histoire de la machine à vapeur.

(Renvoi à l'examen de M. Haton de la Goupillière.)

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Recherches sur la théorie de la figure des planètes; étude spéciale des grosses planètes.* Mémoire de M. **O. Callandreau**, présenté par M. Tisserand. (Extrait par l'auteur.)

« L'objet d'un premier Mémoire (¹) a été de calculer jusqu'aux termes du second ordre inclus (l'aplatissement étant regardé comme une petite quantité) les deux constantes $\frac{C-A}{M}$ et $\frac{C-A}{C}$ (A et C désignant à l'ordinaire les moments d'inertie principaux de la planète supposée de révolution, et M sa masse) : on a trouvé qu'elles s'exprimaient à ce degré d'approximation au moyen des seules données superficielles.

» Les formules possèdent une précision plus que suffisante dans le cas de la Terre et vraisemblablement des autres planètes inférieures; mais pour les planètes supérieures, une étude spéciale des petits termes de correction était nécessaire : c'est le but du présent Mémoire.

» Pour les planètes à fort aplatissement et à rotation rapide, la surface libre n'est plus une surface ellipsoïdale; celle-ci se creuse entre le pôle et l'équateur. Les mesures sont loin d'être assez précises pour faire connaître la déformation, mais la théorie en donne le moyen.

» Un rôle important est réservé dans tout le travail à la quantité que j'ai désignée (après M. Radau, qui en a montré l'usage) par η et surtout à la valeur η_1 que η acquiert à la surface de la planète. Au cours du premier Mémoire, prenant pour type la Terre, j'avais supposé tacitement que η_1 ne dépassait guère 1,5; c'est ce qui a lieu même pour Jupiter (1,7). Mais Saturne présente un cas exceptionnel et l'on trouve que la valeur de η_1 s'approche de 3.

» Cette exagération de la valeur de η_1 a deux conséquences :

» 1° Le rapport de la densité superficielle ρ_1 à la densité moyenne Δ,

---

(¹) Voir *Comptes rendus*, t. CV, p. 1600.

pour les lois des densités les plus vraisemblables, diminue sensiblement : la limite supérieure $\frac{2}{3}$, pour la Terre, s'abaisse à $\frac{3}{10}$ dans le cas de Saturne; comme la densité moyenne de cette planète est en même temps la plus faible connue, $\frac{1}{8}$ par rapport à la Terre, ou 0,7 par rapport à l'eau, la densité superficielle n'atteint pas le $\frac{1}{5}$ de celle de l'eau; c'est une indication à rapprocher de ce passage de Laplace : « Les anneaux (de Saturne) me paraissent être les preuves toujours subsistantes de l'extension primitive de l'atmosphère de Saturne (¹). »

» 2° Le rapport $\frac{C}{M}$ se montre légèrement dépendant de la distribution des densités; des essais numériques permettent de s'en assurer. Toutefois, il est possible d'assigner à la valeur de $\frac{C}{M}$ des limites inférieure et supérieure peu écartées, au moins quand $\frac{\rho_1}{\Delta}$ ne devient pas très petit.

» Clairaut prévoyait à la fin de la *Théorie de la figure de la Terre*, que « la gravitation universelle qui s'accorde si bien avec les mouvements des » planètes s'accordera encore avec leurs figures ». J'ai voulu donner à la théorie de Clairaut le développement suffisant. Grâce au progrès des méthodes d'observation, la Photographie aidant, les nombres fondamentaux pour les planètes deviendront sans doute assez précis pour que la comparaison de la théorie avec l'observation soit démonstrative.

» Parmi quelques applications, je citerai celles qui se rapportent à Saturne :

» $2a$ et $2b$ étant les axes polaire et équatorial de la planète, soit

$$\frac{b^2}{a^2} = 1 + \lambda_1^2,$$

on trouve les valeurs suivantes de $\frac{C-A}{M}$ répondant aux valeurs de λ_1^2 (a est pris comme unité de longueur) :

$$\lambda_1^2 = 0,20, \qquad \lambda_1^2 = 0,235 \text{ (aplatissement } \tfrac{1}{10}\text{)}, \qquad \lambda_1^2 = 0,24,$$
$$\frac{C-A}{M} = 0,0108, \qquad \frac{C-A}{M} = 0,0194, \qquad \frac{C-A}{M} = 0,0207.$$

» L'influence des termes du second ordre, dont nous avons tenu compte, est très considérable, puisque dans la première, pour $\lambda_1^2 = 0,20$, on aurait

(¹) *Exposition du système du monde.* Note VII, page 503 de l'édition de l'Académie.

0,0233 au lieu de 0,0108; mais, par une circonstance singulière, les nombres donnés par M. Tisserand, dans son *Mémoire sur le mouvement des apsides des satellites de Saturne et sur la détermination de la masse de l'anneau*, sont à peine modifiés; M. Tisserand trouverait 0,0203 pour la valeur de $\frac{C-A}{M}$.

» Le calcul de la constante $\frac{C-A}{C}$ est moins facile à cause de la valeur notable 2,56 de η_1 (pour $\lambda_1^2 = 0,24$), et de l'influence du rapport $\frac{\rho_1}{\Delta}$ sur le résultat.

» Soit

$$\frac{\rho_1}{\Delta} = \frac{1}{2}\,\frac{3}{10} = \frac{3}{20},$$

nous trouvons

$$0,25 < \frac{C}{M} < 0,28.$$

» Comme conséquence,

$$0,074 < \frac{C-A}{C} < 0,083;$$

on aurait

$$\frac{C-A}{C} = 0,08$$

à peu près. »

CHIMIE. — *Sur la compressibilité de la dissolution d'éthylamine dans l'eau.* Note de M. F. Isambert, présentée par M. Troost.

« J'ai montré, dans une Note précédente ([1]), comment l'étude de la compressibilité des dissolutions du gaz ammoniac dans l'eau conduit à regarder ce gaz comme formant avec l'eau de véritables combinaisons chimiques. Il n'est guère facile de déterminer le coefficient de compressibilité du gaz ammoniac liquéfié, et l'un des éléments de la discussion nous échappe. J'ai cherché à combler cette lacune en étudiant, par la même méthode, l'éthylamine et ses solutions. Cette ammoniaque composée, bouillant vers 18°, est en effet facile à étudier à l'état liquide pendant l'hiver.

» L'appareil dont je me suis servi est le même que celui que j'ai employé

([1]) *Comptes rendus*, 22 août 1887.

dans mes recherches sur les dissolutions ammoniacales. En opérant de la même manière sur l'éthylamine anhydre, j'ai trouvé pour son coefficient de compressibilité 0,000120 comme moyenne d'un grand nombre de déterminations, faites à des températures comprises entre 5° et 7°, sous des pressions qui ont varié entre 8^{atm} et 45^{atm}. Ce nombre est voisin du coefficient de compressibilité de l'éther vers 0°, et de beaucoup supérieur à celui que donne la compression de l'eau pure.

» J'ai préparé une première dissolution par le mélange de volumes égaux d'eau pure et d'éthylamine liquide anhydre : un notable dégagement de chaleur résulte de ce mélange, et la mesure du volume liquide, après le refroidissement, permet de constater une contraction qui représente à peu près les $\frac{7}{100}$ du volume total des liquides séparés. Le coefficient de compressibilité moyen des deux liquides était environ 0,0000820 : tel devrait être le coefficient si les deux liquides étaient simplement mélangés. L'expérience montre que ce coefficient est seulement 0,0000425 · moyenne de plusieurs mesures faites entre 4° et 6°, la pression ayant varié de 13^{atm} à 50^{atm}. Ce mélange à volumes égaux contient environ $7^{éq}$ d'eau pour $1^{éq}$ d'éthylamine, et 1^{lit} du liquide peut donner $185^{lit},8$ de gaz.

» En étendant cette première solution de son volume d'eau, j'ai obtenu un nouveau liquide, sur lequel j'ai opéré comme sur le premier : ce liquide contient, pour 1^{lit}, 93^{lit} d'éthylamine gazeuse et $20^{éq},5$ d'eau pour $1^{éq}$ d'éthylamine. Son coefficient de compressibilité est de 0,0000342 pour des températures qui ont varié de 8° à 11° et pour des pressions de 11^{atm} à 44^{atm}. L'addition d'eau à la première dissolution a donc eu pour résultat de diminuer encore la compressibilité du premier liquide, dans une proportion qui dépasse très notablement toutes les erreurs d'observation. Ce résultat, qui peut paraître anormal, se comprend parfaitement si l'on réfléchit qu'une partie de l'éthylamine a pu se mélanger au liquide sans se combiner avec l'eau; la compressibilité considérable de ce corps augmente alors le coefficient de compressibilité du mélange. L'addition d'eau détermine la combinaison d'une grande partie de l'éthylamine restée libre : les choses se posent ici exactement comme dans l'éthérification d'une quantité limitée d'alcool, en présence d'un excès d'acide, dans les expériences de M. Berthelot.

» L'éthylamine en solution aqueuse se comporte donc comme l'ammoniaque; le coefficient de compressibilité de ce liquide décroît rapidement par suite du mélange avec l'eau, de manière à devenir inféreur à celui de l'eau. Ici, comme dans le cas de l'ammoniaque, et d'une façon plus

évidente encore, il y a donc formation de véritables combinaisons chimiques et non de simples mélanges.

» Ce fait se trouve confirmé par d'autres déterminations : non seulement le mélange d'eau et d'éthylamine est accompagné d'une contraction très sensible, mais aussi d'un dégagement de chaleur. J'ai mesuré la chaleur qui résulte du mélange de $1^{éq}$, 45^{gr}, d'éthylamine liquide avec plus de 2^{lit} d'eau, comme moyenne de deux déterminations concordantes dans lesquelles j'opérais chaque fois sur un poids de 10^{gr} de matière; j'ai trouvé, au voisinage de 8°, 6^{Cal},25 par équivalent.

» Si l'on remarque que la dissolution de l'éthylamine gazeuse donne, d'après les mesures de M. Berthelot, 12^{Cal},9, on voit que la chaleur de volatilisation rapportée à l'équivalent est de 6^{Cal},65, la chaleur dégagée dans la combinaison du liquide avec l'eau étant, comme pour l'ammoniaque, sensiblement égale à la chaleur de volatilisation.

» La pureté de la matière qui a servi à ces expériences a été vérifiée par des mesures alcalimétriques qui ont donné 45 comme équivalent de la base employée.

» Ces expériences confirment celles que j'ai présentées au mois d'août, et montrent que les solutions aqueuses des bases ammoniacales doivent être regardées comme de véritables combinaisons chimiques, plus ou moins dissociées, et dissoutes dans un excès d'eau. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'aldéhyde glycérique fermentescible.* Note de M. **E. Grimaux**, présentée par M. Friedel.

« Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. CIV, p. 1276; 1887), j'ai fait connaître que l'oxydation de la glycérine par le noir de platine fournit un corps réducteur présentant toutes les propriétés caractéristiques du glucose, et pouvant, comme lui, subir la fermentation alcoolique sous l'influence de la levure de bière. Malgré de nombreux essais, il ne m'a pas été possible de séparer ce corps de la glycérine en excès et de l'acide glycérique formé en même temps; néanmoins, et en raison de son mode d'obtention, il est probable qu'il constitue l'aldéhyde glycérique, mais il y a lieu de se demander si c'est bien cette aldéhyde qui a la propriété de fermenter ou s'il ne s'est pas plutôt formé un sucre en C^6, produit par polymérisation. Les expériences suivantes montrent que c'est bien l'aldéhyde

glycérique qui est fermentescible et peut se dédoubler suivant l'équation

$$C^3H^6O^3 = CO^2 + C^2H^6O.$$

» On a distillé dans le vide le produit brut de l'oxydation de la glycérine avec une solution faible d'acide chlorhydrique; nous avons montré, M. L. Lefèvre et moi ([1]), que dans ces conditions le glucose perd la plus grande partie de son pouvoir réducteur et se convertit en une dextrine, insoluble dans l'alcool absolu. Avec l'aldéhyde glycérique, le pouvoir réducteur diminue aussi considérablement; il se forme un corps gommeux, mais entièrement soluble dans l'alcool absolu, et qui paraît être un produit de déshydratation présentant avec l'aldéhyde glycérique les mêmes relations que la dextrine avec le glucose ([2]). La non-formation de dextrine par l'action de l'acide chlorhydrique exclut l'idée de la présence du glucose dans les produits d'oxydation de la glycérine.

» D'autre part, MM. E. Fischer et Tafel ayant, depuis mes premières recherches, oxydé la glycérine par l'acide azotique, ont obtenu un produit d'oxydation qui donne, avec la phényl-hydrazine, un dérivé hydrazinique, fusible à 131° et possédant la composition de l'hydrazine de l'aldéhyde glycérique. J'ai préparé le même dérivé hydrazinique avec les produits d'oxydation de la glycérine par le noir de platine. De plus, j'ai cherché si le produit que fournit la glycérine par l'acide azotique avait la propriété de subir la fermentation alcoolique. A cet effet, j'ai oxydé la glycérine par cet acide, suivant les indications de MM. Fischer et Tafel, neutralisé par la potasse, évaporé dans le vide et repris le résidu par l'alcool absolu, et, enfin, évaporé l'alcool dans le vide. On constate que le résidu n'a plus qu'un très faible pouvoir réducteur; il semble s'être formé un produit de condensation sous l'influence des sels de potasse et de la chaleur; on dédouble ce produit et on lui rend presque entièrement son pouvoir réducteur primitif en le faisant bouillir avec de l'acide sulfurique au millième, puis on neutralise par le carbonate de baryum; la liqueur filtrée et concentrée fermente franchement quand on la met en contact avec la levûre.

» J'ai en vain essayé de convertir l'aldéhyde glycérique en glucose, en employant le procédé d'*aldolisation* de l'aldéhyde ordinaire par l'acide

---

([1]) *Comptes rendus*, 1886.

([2]) Ce corps gommeux, chauffé avec un acide faible à la pression ordinaire, reprend la plus grande partie du pouvoir réducteur qu'il avait perdu.

chlorhydrique; après trois mois de contact, le pouvoir réducteur n'avait pas changé et aucune réaction n'avait eu lieu.

» Il ressort de ces recherches : 1° que la glycérine oxydée fournit de l'aldéhyde glycérique qui possède la propriété de subir la fermentation alcoolique; c'est la *première fois que la synthèse a permis d'obtenir un sucre fermentescible* présentant, avec les réactifs usuels, les mêmes réactions que le glucose; 2° que la définition des sucres fermentescibles doit être modifiée en ce sens que ce ne sont pas forcément des hydrates de carbone en C^6 et en C^{12}, puisque les propriétés caractéristiques de ceux-ci appartiennent également à l'aldéhyde glycérique $C^3H^6O^3$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide sulfurique sur l'essence de térébenthine.* Note de MM. **G. Bouchardat** et **J. Lafont**, présentée par M. Berthelot.

« L'action de l'acide sulfurique sur l'essence de térébenthine a déjà été étudiée par Deville puis par Riban, qui montrèrent que cette essence se transforme partiellement en un carbure liquide isomérique inactif, le térébène. Depuis, Armstrong et Tilden ont reconnu que ce térébène était du camphène impur.

» Nous avons repris cette étude en nous plaçant dans les conditions réalisées par Deville, mais en suivant une marche différente pour séparer les produits formés. Nous montrons qu'il ne se forme pas ainsi de térébène ou camphène inactif, mais que ce produit naît de la destruction d'un composé sulfurique non encore signalé.

» Le produit de l'action ménagée de $\frac{1}{20}$ d'acide sulfurique, soit 467^{gr} sur 9340^{gr} d'essence française bouillant de 155 à 157 et déviant de $-32°,20$, a été distillé avec la vapeur d'eau tant qu'il passe des produits huileux. Toutes les eaux de lavage ont été réunies. On y a dosé l'acide sulfurique libre, 79^{gr}. L'excédent est donc entré en combinaison avec l'essence.

» Cette combinaison, à laquelle nous sommes portés à attribuer la formule $2C^{20}H^{16}, S^2H^2O^8$, est à peu près fixe; cependant l'eau bouillante en entraîne une quantité appréciable. Elle reste mélangée au résidu de la distillation avec l'eau très riche en polymères, colophène de Deville, dont il ne nous a pas été possible de l'isoler à l'état de pureté. C'est un composé neutre ne se combinant pas à la potasse, que l'on peut rapprocher du sulfobenzide.

» La potasse alcoolique n'agit pas sur lui à froid; à 150° pendant douze heures, il se transforme, sans qu'il y ait mise en liberté d'acide sulfurique, en produits volatils sur l'étude desquels nous aurons à revenir et en un véritable acide sulfoconjugué. On isole le sel de potasse de cet acide en lavant le produit à l'eau; par la concentration des eaux de lavage, le sel de potasse, qui n'est pas très soluble à froid, cristallise en très fines lamelles. Sa composition répond à la formule $C^{20}H^{16}S^2HKO^4$, c'est-à-dire à celle d'un bornéol sulfate de potasse. Le liquide volatil qui passe avec la vapeur d'eau, 5530gr, se sépare en diverses fractions dont on a étudié la composition et les propriétés optiques.

	Poids.	α_D, $l = 10$.		Poids.	α_D, $l = 10$.
Avant 155.....	»	−35°48′	170-175......	269	−18°40′
155-160......	3650	−34,40	175-180......	541	−11
160-165......	528	−29,28	180-185......	173	− 7,4
165-170......	320	−24,40	185-190......	29	− 5,24

» Le résidu est inférieur à 25gr.

» La masse principale 155-160 n'est autre que du carbure primitif ayant échappé à l'action, mais dont le pouvoir rotatoire se trouve augmenté. Cependant, elle ne renferme pas trace de camphène; traitée par le gaz chlorhydrique, elle fournit un monochlorhydrate $C^{20}H^{17}Cl$, à peu près indécomposable par l'action prolongée de l'eau à 100°. Le chlorhydrate de camphène, d'après Riban, perd la plus grande partie de son acide dans ces conditions.

» Au contraire, on voit qu'il s'est formé, en quantité considérable, un produit bouillant vers 175-180 et, par suite, différent du térébenthène mis en réaction. Sa composition est cependant voisine de celle du carbure $C^{20}H^{16}$; sa densité est un peu plus faible; il est très oxydable. Il absorbe vivement le gaz chlorhydrique sec, 20gr absorbent plus de 7gr d'acide; le produit reste liquide; mais, si on le soumet à la distillation dans le vide, on le sépare en cymène et en chlorhydrate de terpilène $C^{20}H^{16}2HCl$ fusible vers 48° et dont la proportion correspond à plus des deux tiers du carbure. Ce terpilène, second produit abondant de l'action de l'acide sulfurique sur l'essence française, est encore actif, mais son pouvoir rotatoire est cinq à six fois moindre que celui du terpilène actif que nous avons obtenu en modifiant autrement le même térébenthène.

» Les liquides bouillant avant 165° ont été soumis à quatre traitements analogues à l'acide sulfurique. Chaque fois on a obtenu des résultats iden-

tiques : formation de composé sulfurique neutre et de mélange de terpilène et de cymène dont le pouvoir rotatoire reste le même, en même temps qu'il reste du carbure bouillant vers 157°.

» Pour ces derniers produits, on constate des diminutions progressives dans les déviations rotatoires : — 34°,40′; — 30°,8′; — 23°; — 7°,12′; — 2°,4′. Enfin, après le cinquième traitement, cette fraction, dont le poids s'est réduit à 90^{gr}, soit $\frac{1}{100}$ du poids primitif, est alors formée par du camphène solide peu actif que l'on peut isoler par refroidissement. La formation de cette très faible quantité de camphène n'est pas due, d'après nous, à l'action propre de l'acide sulfurique, mais à la décomposition par la chaleur d'un peu de composé sulfurique qui a été entraîné par la vapeur d'eau. Nous avons constaté, en effet, que, à chaque distillation, quand on atteignait 180°, il se formait un peu d'eau acide et de camphène qui s'accumule ensuite dans les portions les plus volatiles.

» Pour terminer, nous avons soumis à la chaleur la masse non distillable avec l'eau. Vers 200°-250°, il se déclare une vive réaction avec production d'eau, d'acide sulfureux, et même d'un peu de soufre. Les produits volatils obtenus n'ont plus que des pouvoirs rotatoires très faibles. Après de très nombreuses rectifications, nous avons extrait une notable proportion de camphène lévogyre très peu actif, bouillant vers 156°, puis un mélange assez abondant de cymène, $\frac{3}{4}$, et de terpilène, $\frac{1}{4}$ environ, bouillant vers 180°; enfin, les portions distillant de 185° à 225° ont abandonné des cristaux de camphénols (bornéols) $C^{20}H^{18}O^2$. Mais les camphénols déposés dans les portions les plus volatiles sont dextrogyres :

$$[\alpha]_D = +10°,24' \quad \text{et} \quad +8°,32',$$

tandis que celui qui se dépose dans la fraction 205°-225° est lévogyre :

$$[\alpha]_D = -24°,32'.$$

Ces camphénols, dont la proportion n'est jamais forte, nous paraissent cependant provenir d'un dédoublement régulier du composé sulfurique neutre et de l'acide sulfo-conjugué qui en dérive (1).

» Le résidu après 300°, colophène de Deville, n'a pas encore été examiné. »

(1) Armstrong et Tilden ont signalé la présence de bornéol dans cette réaction, mais sans s'occuper de son pouvoir rotatoire.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Essai de diagnose des alcaloïdes volatils.* Note de M. **Oechsner de Coninck**, présentée par M. Berthelot.

» Dans une série de Communications que j'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie (*Comptes rendus*, 21 juin, 5 juillet, 11 octobre 1886, 21 février et 16 mai 1887), j'ai exposé une réaction générale permettant de distinguer un grand nombre d'alcaloïdes volatils entre eux.

» J'avais eu pour but, en étudiant cette réaction, de trouver un moyen rapide et pratique de diagnose du plus grand nombre possible d'alcaloïdes volatils; je voulais aussi apporter ma contribution à la Chimie analytique des ptomaïnes, dont les rapports avec la série pyridique et la série hydropyridique sont aujourd'hui si solidement établis.

» Les caractères différentiels les plus saillants des alcaloïdes pyridiques et quinoléiques et de leurs hydrures ont été exposés dans plusieurs Mémoires antérieurs (*Bulletin de la Société chimique*, numéros des 5 août 1884, 20 février et 5 mars 1885, etc.).

» Mais ce qu'il importe de remarquer, c'est que ces caractères, si précis qu'ils soient, ne constituent pas des caractères analytiques proprement dits; plusieurs, comme je l'ai déjà montré, ne peuvent être vérifiés que lentement, et cette vérification présente parfois d'assez sérieuses difficultés. Je citerai notamment l'action de l'hydrogène naissant qui ne se fixe sur les noyaux pyridiques ou quinoléiques que dans des conditions très spéciales, demandant à être observées rigoureusement.

» Au point de vue analytique, la réaction la plus rapide est celle qui a été décrite dans la série de Communications plus haut mentionnée. On peut la modifier de plusieurs manières, ainsi que je l'indiquerai tout à l'heure.

» Ensuite se place la réaction de l'eau, sur les sels de platine et sur les sels d'or des alcaloïdes : l'eau enlève de l'acide chlorhydrique, et il se forme un sel modifié; ou elle décompose totalement le sel, ou elle est sans action. J'omets à dessein la formation de certains sels à molécules plus complexes.

» En dernier lieu vient la réaction du sodium, soit à froid, soit à chaud, sur les alcaloïdes purs et anhydres. Tantôt cette réaction est polymérisante, tantôt elle ne l'est pas; elle donne lieu parfois à certaines substitutions ou à des phénomènes d'oxydation, ou à des réactions colorées très

sensibles. En indiquant maintenant de quelle manière il convient d'opérer, je vais résumer les résultats pratiques fournis par une longue série de recherches :

» 1° On combinera un poids connu de l'alcaloïde avec la quantité calculée d'iodures de méthyle ou d'éthyle. La combinaison solide formée sera dissoute dans un faible excès d'alcool absolu, la solution sera chauffée légèrement, puis additionnée goutte à goutte d'une lessive de potasse à 45°.

» 2° Une certaine quantité d'iodométhylate ou d'iodéthylate solide sera traitée par un excès de potasse ou de soude caustique; on ajoutera à la masse une petite quantité d'eau; on distillera au bain de sable, et l'on recueillera le liquide distillé.

» 3° Si l'on possède une quantité suffisante d'iodométhylate, etc., on en traitera une autre partie par un fort excès de lessive de potasse concentrée, et l'on distillera dans un courant de vapeur d'eau ([1]).

» 4° Une portion de l'alcaloïde sera transformée en chloroplatinate; 3^{gr} de ce sel seront additionnés d'un excès d'eau (150^{gr} à 160^{gr}). La liqueur sera chauffée à l'ébullition; au bout d'un certain temps, on arrêtera l'ébullition et l'on examinera le sel formé. On continuera ensuite l'action de l'eau bouillante, et, s'il n'y a pas décomposition, on la prolongera pendant une heure et demie environ. Dans certains cas, l'action de l'eau tiède suffira pour produire un sel modifié.

». 5° Une portion de l'alcaloïde sera transformée en chloraurate; ce sel sera soumis aux mêmes réactions que le chloroplatinate. Il faudra avoir soin d'ajouter petit à petit la solution de chlorure d'or à la solution de chlorhydrate. Fréquemment on observe une réduction intense à froid.

» 6° Une portion de l'alcaloïde sera distillée à part et conservée sur quelques fragments de potasse caustique. On décantera rapidement et l'on additionnera l'alcaloïde de sodium, coupé en petits morceaux (15 à 18 pour 100 de métal). On laissera agir à froid, ou bien on chauffera au bainmarie en élevant la température progressivement, puis en la maintenant un temps suffisamment long aux températures comprises entre 60° et 100°. S'il y a attaque, et d'une manière générale, action polymérisante, on verra le sodium noircir presque aussitôt. Dans tout autre cas, le sodium sera décapé par l'alcaloïde et sa surface restera nette et brillante. Parfois, au

---

([1]) Réaction essayée avec les lutidines et les collidines dérivées de la brucine et de la cinchonine.

bout de quelques jours, on verra se développer des colorations remarquables par leur intensité.

» Dans une prochaine Note, je montrerai comment cette méthode s'applique plus spécialement à différentes séries d'alcaloïdes volatils. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la recherche et le dosage des aldéhydes dans les alcools commerciaux.* Note de M. U. GAYON.

« De récentes discussions ayant rappelé l'attention sur l'intérêt que présente la recherche des impuretés dans les alcools commerciaux, j'ai l'honneur de faire connaître à l'Académie un réactif des aldéhydes, que mon regretté collaborateur G. Dupetit et moi nous avons adopté dans nos communes études sur les alcools de l'industrie.

» Nous avons utilisé une réaction bien connue : la coloration rose violacée que donnent les aldéhydes et les acétones dans une solution de fuchsine décolorée par l'acide sulfureux (Ch. Bardy, J.-G. Schmidt, Chautard); nous avons seulement déterminé des conditions où elle acquiert une très grande sensibilité.

» Pour préparer le réactif, on mélange successivement :

	cc
Solution aqueuse de fuchsine à $\frac{1}{1000}$	1000
Bisulfite de soude à 30°B	20
Acide chlorhydrique pur et concentré.......	10

» On verse d'abord le bisulfite dans la solution de fuchsine; puis, au bout d'une heure environ, quand la décoloration est à peu près complète, on ajoute l'acide chlorhydrique. En adoptant l'ordre inverse, la liqueur se colorerait légèrement avec l'alcool éthylique pur. On conserve le réactif en flacons bien bouchés. Sa sensibilité augmente pendant les premiers jours qui suivent sa préparation.

» Pour faire un essai, on ajoute d'abord de l'eau distillée à l'alcool à analyser, de façon que sa richesse soit de 50° environ, puis on mélange dans un tube 2^{cc} de cet alcool dilué et 1^{cc} de réactif.

» On agite et on laisse reposer. Si l'alcool essayé est exempt de toute aldéhyde, le mélange reste incolore; si, au contraire, il renferme des aldéhydes, le liquide se colore en rose violacé, d'autant plus intense que la proportion d'aldéhydes est plus élevée. L'expérience se fait à froid et ne dure que quelques minutes.

» La sensibilité de la méthode est telle que, en agissant par comparaison avec un alcool pur, distillé sur de l'amalgame de sodium, puis étendu d'eau, on peut déceler $\frac{1}{500000}$ d'aldéhyde ordinaire, soit 1^{cc} dans 500^{lit} d'alcool.

» Le même procédé convient pour le dosage de l'ensemble des produits aldéhydiques; il suffit, en effet, de comparer la teinte obtenue avec celles que donnent des solutions alcooliques titrées d'aldéhyde vinique et d'exprimer le résultat en fonction de cette dernière substance, comme si elle était seule dans le liquide analysé.

» En appliquant la méthode à des flegmes pris dans une grande industrie d'alcools de mélasses et aux divers produits recueillis successivement, à l'usine même, pendant la rectification de ces flegmes, on a trouvé, par 10^{lit} d'alcool ramenés à 50° :

	Aldéhyde.
Flegmes	$0,18^{cc}$
Mauvais goût de tête	3,50
Moyen goût de tête	2,40
Bon goût de tête, 1re partie	0,50
» 2e partie	Traces
Bon goût de milieu (cœur)	Néant
Bon goût de queue	»
Moyen goût de queue	»
Mauvais goût de queue	»

» Ces chiffres montrent que les goûts de tête renferment seuls des aldéhydes et qu'ils peuvent, par suite, être décelés avec notre réactif. Ils montrent, en outre, que les bons goûts de tête, livrés à la consommation sous diverses dénominations commerciales, ne sont point exempts de produits toxiques. »

ZOOLOGIE. — *Sur la distribution géographique des Actinies du littoral méditerranéen de la France.* Note de M. **P. Fischer**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Après avoir examiné les Actinies de Banyuls au laboratoire Arago, créé par M. de Lacaze-Duthiers, je crois pouvoir donner aujourd'hui un aperçu de notre faune actinologique méditerranéenne. En ajoutant aux formes que j'ai recueillies celles qui m'ont été signalées récemment dans

le golfe de Marseille, par MM. Marion et Jourdan, on arrive à un total de 33 espèces (1) dont voici la liste (2) :

» Cerianthus mediterraneus, *C. solitarius, Saccanthus purpurescens, *Peachia tricapitata, *Ilyanthus Parthenopeus, *Anemonactis Mazeli, *Anemonia sulcata, A. Contarinii, *Actinia equina, A. Cari, Paractinia striata, Cereactis aurantiaca, Bunodes verrucosus, B. Balli, *Chitonactis coronata, *Phelliopsis (3) nummus, Phellia elongata, Alicia Costæ, *Gephyra Dohrni, *Adamsia palliata, *Calliactis effœta, *Sagartia viduata, S. troglodytes, S. venusta, *S. miniata, *Cereus pedunculatus, *Aiptasia mutabilis, *Ragactis pulchra, *Aureliania regalis, Corynactis viridis, *Palythoa arenacea, *P. Axinellæ, *P. Marioni.

» Sur ces 33 espèces, 16, ou environ la moitié, vivent sur le littoral océanique de la France :

» Cerianthus membranaceus, Anemonia sulcata, Actinia equina, Bunodes verrucosus, B. Balli, Chitonactis coronata, Gephyra Dohrni, Adamsia palliata, Calliactis effœta, Sagartia troglodytes, S. venusta, S. miniata, S. viduata, Cereus pedunculatus, Corynactis viridis, Palythoa arenacea. Les autres paraissent localisées dans la Méditerranée, à l'exception peut-être de l'Alicia Costæ dont l'identification avec l'Alicia mirabilis, de Madère, paraît vraisemblable.

» D'autre part, la faune océanique de France (4) comprend 24 espèces qui n'ont pas été indiquées sur notre littoral méditerranéen :

» Cerianthus Lloydi, Edwardsia callimorpha, E. Beautempsi, E. Harassei, E. timida, E. carnea, E. Fischeri, Halcampa chrysanthellum, Peachia hastata, P. undata, P. triphylla, Tealia felina, Bunodes biscayensis, Chitonactis Richardi, Sagartia ignea, S. nivea, S. Fischeri, S. pura, S. sphyrodeta, S. erythrochila, Metridium dianthus, Aiptasia Couchi, Aureliania augusta, Palythoa sulcata.

» Comparée à la faune de la baie de Naples, qui a été l'objet d'un travail important d'A. Andres, notre faune méditerranéenne diffère par l'absence

---

(1) Dans cette liste sont comprises également les Actinies indiquées sur les côtes du Languedoc et de la Provence, par Rapp, Risso, Vérany, etc.

(2) Les espèces précédées de l'astérisque sont celles que j'ai vues à Banyuls ou qui m'ont été signalées dans cette localité par MM. de Lacaze-Duthiers, Prouho et Faurot.

(3) Le genre *Phelliopsis* est créé pour le *Phellia nummus* Andres, dont le revêtement cuticulaire n'est pas nettement limité à la partie supérieure de la colonne et dont les tubercules ne forment pas douze rangées verticales distinctes, comme celles des *Chitonactis*.

(4) Cette liste est établie d'après celle que j'ai publiée en 1875, augmentée par les communications de MM. Sauvage, de Guerne, Chevreux, Bureau, Durègne, etc.

d'un certain nombre de types intéressants qu'on doit signaler à l'attention des naturalistes et qui seront ultérieurement découverts dans nos parages; tels sont :

» Sagartia minor, Phellia limicola, P. timida, Aiptasia carnea, A. saxicola, A. diaphana, Paranthus chromatoderus, Bunodes rigidus, B. sabelloides, Aulactinia crassa, Buneodopsis strumosa, Edwardsia Claparedei, Halcampella endromitata, Ilyactis torquata, Mesacmæa stellata, Palythoa Cavolinii, P. spongiosa, etc. Par contre quelques espèces du littoral du Roussillon et de la Provence ne paraissent pas arriver jusqu'à la baie de Naples : Saccanthus purpurescens, Bunodes Balli, Chitonactis coronata, Sagartia troglodytes, S. miniata, S. venusta, Palythoa Marioni.

» La limite de la distribution géographique des espèces françaises est bien fixée au nord, par suite des diverses explorations de l'Europe septentrionale et de la zone circompolaire, mais il n'en est pas de même pour la limite sud. Ainsi nous ignorons si les *Bunodes verrucosus* et *Cereus pedunculatus,* qui vivent sur les côtes d'Algérie, franchissent le détroit de Gibraltar et se prolongent sur le littoral ouest du Maroc. A Mogador, nous avons trouvé deux espèces européennes : *Actinia equina* et *Anemonia sulcata*, qui peut-être descendent plus bas encore, et qui, dans tous les cas, sont abondantes à Madère avec d'autres espèces de notre faune (*Calliactis effœta, Aiptasia Couchi*). Le *Chitonactis Richardi,* découvert dans le golfe de Gascogne par l'expédition du *Travailleur,* en 1880, et retrouvé depuis cette époque sur les côtes de la Bretagne et de la Gironde, a une large distribution à l'ouest de l'Afrique. Aux îles du Cap-Vert, l'*Actinia equina* existe probablement mais représenté par une variété (*A. tabella,* Drayton). Enfin il paraît certain que le *Calliactis effœta* existe dans la mer Rouge jusqu'à Obock (Faurot).

» Tels sont les problèmes que soulève l'étude de la répartition géographique des Actinies de nos mers. Il en est d'autres, non moins intéressants, suscités par l'examen des variations d'une même espèce sous des latitudes différentes. A ce point de vue particulier, l'institution de laboratoires maritimes sur des points éloignés de notre littoral est destinée à rendre de grands services aux naturalistes en leur donnant une idée plus large, plus philosophique de l'espèce, et en montrant l'inconstance de caractères présentés à tort comme spécifiques, mais qui ne sont propres qu'à des races ou des variétés. »

ZOOLOGIE. — *Remarques sur la faune pélagique de quelques lacs d'Auvergne.* Note de M. **J. Richard**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Parmi les Cladocères, *Hyalodaphnia cucullata* Sars, var. *Apicata* Kurz, et dont cet auteur fait une espèce distincte, est nouvelle pour la faune française. Cette variété n'avait été trouvée jusqu'ici qu'en Bohême. Un rotateur nouveau, *Asplanchna Girodi*, a été étudié par M. J. de Guerne ([1]).

» Si l'on compare la faune pélagique des lacs d'Auvergne avec celles des diverses contrées de l'Europe, on constate qu'elle a quelques points communs avec toutes, et qu'elle s'éloigne de toutes par d'autres points. C'est ainsi que les espèces suivantes sont communes aux lacs du mont Dore et à ceux du nord de l'Allemague : *Ceriodaphnia pulchella* Sars, *Hyalodaphnia apicata* Kurz, *Bosmina longirostris* O.-F. Muller, *Conochilus volvox* Ehrg., *Anurœa cochlearis* Gosse, *A. longispina*, Kellicott, *Asplanchna helvetica* Imhof. Mais beaucoup d'autres espèces ne se trouvent pas en Auvergne; par contre, *Holopedium gibberum* Zaddach n'a pas été trouvé dans les lacs de l'Allemagne du Nord. La comparaison avec les diverses faunes européennes donne des résultats semblables.

» Je crois que des comparaisons ainsi faites n'ont pas une grande portée, surtout pour établir l'existence de régions à faunes pélagiques distinctes. Il faut auparavant faire des recherches suivies et méthodiques à différentes époques de l'année. Je suis persadué qu'alors, pour la plupart, les lacs européens présenteront une foule d'espèces communes, transportées du nord de l'Europe, leur centre de dispersion, de lac en lac, à l'état d'œufs d'hiver, par les oiseaux ou par les vents. Ce n'est que par les migrations passives qu'on peut expliquer l'existence de la faune pélagique dans les lacs artificiels de la Bohême par exemple, et, en particulier dans les lacs d'Auvergne, comme le montre leur situation géologique. Ce n'est que de cette façon qu'on peut comprendre comment M. J. de Guerne ([2]) a pu trouver, aux Açores, une faune pélagique toute européenne dans un lac de cratère qui date du xve siècle.

([1]) *Excursions zoologiques dans les îles de Fayal et de San Miguel* (Açores). Paris, Gauthier-Villars, 1887. Dans une Note monographique sur le genre *Asplanchna*, M. J. de Guerne décrit et figure *A. Girodi*.

([2]) *Loc. cit.*

» Forel et Pavesi ont établi dans la population du milieu des lacs deux groupes qu'ils regardent comme très distincts : celui des espèces *eupélagiques* qui ne vivent qu'au milieu, et celui des espèces *tychopélagiques* qui sont des formes littorales adaptées à la vie en pleine eau. D'après cette division, il n'y a dans les lacs du mont Dore que deux Cladocères *eupélagiques : Holopedium gibberum* et *Hyalodaphnia apicata*. Cette seconde espèce se trouve cependant très nombreuse dans la zone littorale. Il en est de même de tous les Rotateurs que j'ai énumérés, et dont plusieurs sont regardés comme *eupélagiques* par Pavesi. Ces espèces, qui, d'après la définition donnée, ne doivent se trouver qu'au milieu des lacs, semblent, vu leur nombre, s'être adaptées à la vie des animaux littoraux. Doit-on, par opposition au terme *tychopélagique*, créer pour eux un terme analogue? Je crois que personne n'en voit la nécessité.

» Ce qui est certain, c'est qu'un grand nombre d'espèces peuvent vivre aussi facilement dans la région pélagique que dans la région littorale. Dans le premier cas, les animaux deviennent hyalins, plus élancés et plus habiles à nager.

» *Diaptomus Castor* est un exemple frappant du fait bien connu que je viens de rappeler. Cet animal est très abondant au mont Dore et a tous les caractères des espèces eupélagiques. Il ne se trouve pas, d'après Zacharias, au milieu des lacs de l'Allemagne du Nord. Sars dit qu'il semble faire exception parmi les autres Calanides, en ne se trouvant que dans les petits étangs. Il ne me paraît pas que le lac Pavin, qui a 800^{m} de diamètre sur 95^{m} de profondeur, doive être rangé dans cette catégorie. Il est peu considérable, à la vérité, à côté des lacs norvégiens. Mais alors l'*Holopedium gibberum* du lac Guéry vit dans une flaque d'eau ! Ce lac est en effet moins étendu que le lac Pavin et n'a guère que 8^{m} de profondeur.

» Je ne pense pas que, pour des êtres de la taille de ceux dont il est question ici, la masse d'eau du lac Pavin et des masses beaucoup plus considérables se montrent bien différentes dans leur action.

» Deux conclusions principales peuvent se tirer des faits acquis jusqu'ici :

» 1° Le peuplement des lacs de la région du mont Dore paraît s'être fait par migrations passives;

» 2° La faune pélagique de ces lacs est constituée, d'une façon générale, comme celles du reste de l'Europe et présente avec ces différentes faunes des points communs et des points de divergence. »

ZOOLOGIE. — *Sur les prétendus prolongements périphériques des Cliones.* Note de M. E. **Topsent**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans les parois calcaires des galeries des Cliones s'enfoncent de nombreux filaments jaune verdâtre ou verts qui se ramifient dans l'épaisseur des pierres et des coquilles perforées, se dilatent légèrement de place en place et s'anastomosent ou s'entre-croisent en tous sens.

» M. N. Nassouow les a décrits (1) comme des prolongements, sans cellules visibles et sans squelette, du mésoderme de la *Cliona stationis* Nass.; leur rôle serait de marquer les points où doit s'exercer l'activité de l'Éponge perforante.

» A première vue, ces longs prolongements, munis d'une membrane d'enveloppe, ne sont pas en rapport avec ce que l'on sait de la structure intime des Éponges, et l'hypothèse émise à leur sujet semble elle-même inadmissible, les Cliones creusant leurs galeries toujours de proche en proche.

» En essayant de déterminer si ces filaments naissent surtout des parties âgées ou des parties jeunes et actives de l'Éponge, j'ai constaté, d'une part, qu'ils peuvent manquer complètement dans des coquilles que ravage une Clione durant la vie du mollusque, et, d'autre part, qu'ils sont abondants dans toutes les vieilles coquilles imperforées.

» Considérés comme indépendants des Cliones, ces filaments ont été bien des fois étudiés et figurés. On les a découverts dans une foule de corps marins, coquilles, coraux, écailles de poissons, etc., dans divers débris fossiles, dans les Gastéropodes d'eau douce; enfin, je les trouvais récemment dans des valves d'*Unio*, de l'Orne.

» Les auteurs s'accordent à les regarder comme des parasites végétaux.

» Algues ou champignons, ce sont, en tous cas, des Thallophytes perforants qui profitent des canaux des Cliones, comme aussi des trous de Vers, pour gagner directement la profondeur des coquilles et de là pénétrer dans les couches calcaires non encore attaquées. »

---

(1) *Zur Biologie und Anatomie der Clione* (*Zeits. f. Wiss. Zool.*, XXXIX Bd.; 1883.)

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les affinités des flores oolithiques de la France occidentale et du Portugal.* Note de M. **Louis Crié**, présentée par M. Duchartre.

« Je résume dans ce travail les résultats de mes études comparatives concernant la végétation oolithique de la France occidentale et du Portugal.

» Le remarquable genre *Delgadoa* Heer, qui a été découvert par M. Delgado, dans les couches de San Pedro, près de Cintra (Portugal), doit être rapproché du *Lomatopteris Desnoyersii* Sap. de l'oolithe de Mamers (Sarthe) et du *Gleichenites elegans* Zigno, de l'oolithe du Véronais, avec lesquels il paraît offrir une étroite affinité. L'examen des parties de la fructification que nous avons pu faire, tant sur les frondes du *Delgadoa occidentalis* Heer que sur celles du *Lomatopteris Desnoyersii* Sap., démontre que ces plantes étaient des formes voisines des *Jamesonia*. Suivant nous les trois Fougères précitées auraient marqué, dans l'ouest de la France, en Italie et dans le Portugal, l'extension, à l'époque oolithique, d'un type à fronde bipinnée, à pinnules coriaces, opposées, arrondies, marginées et à sores intramarginaux, qui se trouve représenté aujourd'hui par le *Jamesonia* des montagnes de Caracas et de la Colombie.

» Les Équisétacés de la flore jurassique du Portugal nous sont connues par une espèce des couches kimméridgiennes du tunnel de Chaô, de Maçans, l'*Equisetum lusitanicum* Heer, qui témoigne d'une grande analogie d'aspect et de structure avec la Prêle du kimméridgien de Bellême (Orne), que j'ai nommée *Equisetum Guillieri*. Notre plante n'avait pas les dimensions de l'*Equisetum columnare* des schistes arénacés de la grande oolithe d'Angleterre; mais elle dépassait en grosseur les autres espèces observées en France dans le rhétien et la grande oolithe (*Equisetum Munsteri, Pellatii, Duvalii*).

» Les Conifères sont représentées au cap Mondégo (Portugal) par des empreintes de *Brachyphyllum* (*B. micromerum* Heer) qui rappellent celles du *Brachyphyllum mamillare* Brgn, fossile de la flore oolithique de Scarborough (Angleterre) et de Mamers (Sarthe) [1].

---

[1] L. Crié, *Sur les affinités des flores oolithiques de la France occidentale et de l'Angleterre* (*Comptes rendus*, 20 septembre 1886).

» Si nous considérons la famille des Cycadées, il est facile de constater, entre plusieurs *Otozamites* du cap Mondégo (Portugal) et de Mamers, une remarquable affinité. L'*Otozamites angustifolia* Heer, du Portugal, possède des feuilles dont quelques-unes ne diffèrent par aucun caractère appréciable de celles de l'*Otozamites Saportana* Crié. L'*Otozamites Ribeiroanus* Heer se rattache aussi étroitement à l'*Otozamites pterophylloides* Sap., de l'oolithe de Mamers.

» Les Cycadées dont l'*Otozamites pterophylloides* est le type, tels que l'*O. acuminata* Lindley, et l'*O. Ribeiroanus* Heer, ont dû recouvrir, vers le milieu de la période oolithique, certains points du sol émergé de l'Europe, aux environs de Mamers (Sarthe), de Scarborough (Angleterre) et du cap Mondégo (Portugal). »

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches expérimentales sur la transmission de la tuberculose par les voies respiratoires.* Note de MM. **Cadéac** et **Malet**, présentée par M. Chauveau.

« Il est aujourd'hui bien démontré que ceux qui cohabitent avec des phtisiques sont exposés à contracter la phtisie. On ne saurait plus faire intervenir l'air expiré dans la transmission de cette maladie; nous avons établi depuis longtemps déjà que l'air expiré par les animaux atteints de fièvre charbonneuse, de clavelée, de morve ou de tuberculose ne contient jamais les germes de ces maladies ([1]). Aujourd'hui on attribue cette contamination : 1° à la transformation des crachats infectieux en poussières impalpables que le balayage répand dans l'atmosphère ; 2° à leur introduction dans les voies respiratoires qui sont regardées comme la porte d'entrée ordinaire, normale, des bacilles de la tuberculose.

» C'est afin de juger du degré de réceptivité de l'appareil de la respiration pour les bacilles de la tuberculose, et plus spécialement pour mesurer l'étendue des dangers qui résultent de l'inhalation des poussières de matières tuberculeuses desséchées, que nous avons institué un certain nombre d'expériences exécutées dans des conditions variées.

» En effet, pour faire pénétrer les bacilles de la tuberculose dans les voies respiratoires de nos animaux d'expérience, nous avons : 1° fait inhaler des poussières tuberculeuses maintenues en suspension dans l'atmosphère par l'agitation continuelle de l'air; 2° pulvérisé des liquides tuberculeux

([1]) Voir *Lyon médical*, avril 1887; *Revue de Médecine*, mai 1887 et juillet 1887.

dans des caisses renfermant des lapins ; 3° injecté le virus tuberculeux dans la trachée.

» Nous résumons ci-dessous les résultats obtenus par chacun de ces procédés.

» 1° *Inhalation de poussières tuberculeuses.* — Des crachats de phtisiques desséchés à l'étuve, de 30° à 35°, ou des poumons de vaches tuberculeuses découpés finement, puis étalés sur du papier joseph et soumis ensuite à la dessiccation naturelle, sont pulvérisés dans un mortier, puis passés au moulin à poivre. A l'aide de petits soufflets destinés à l'emploi des poudres insecticides ou de gros soufflets *ad hoc*, on dissémine, en les fractionnant, un ou plusieurs litres de poussières tuberculeuses dans l'atmosphère de caisses hermétiquement fermées où l'on place journellement, pendant plusieurs heures, un certain nombre d'animaux. Afin d'empêcher les matières tuberculeuses de se déposer sur le plancher de la caisse, un double courant d'air, déterminé par un très gros soufflet et par une roue à palettes, balaye constamment la surface et maintient l'atmosphère infectée au plus haut degré. Après chaque séance, quand les poussières paraissent s'être déposées, on retire les sujets de ce milieu contaminé, afin de déterminer autant que possible les dangers de contagion par les voies digestives. Ajoutons qu'à chaque expérience nous avons éprouvé l'activité de ces poussières en les inoculant à des lapins ou à des cobayes qui sont devenus tuberculeux.

» Dans une première expérience, quatre lapins et quatre cobayes sont placés dans une caisse rectangulaire de $1^{m},06$ de long, $0^{m},60$ de large, $0^{m},62$ de haut. Du 4 avril au 7 mai, pendant une heure par jour, on pulvérise 1^{lit} environ de crachats desséchés.

» Le 29 octobre, tous ces animaux sont bien portants; l'autopsie prouve qu'ils sont entièrement sains.

» Dans une deuxième expérience, on divise une caisse de $1^{m},5$ de haut, $0^{m},90$ de long, $0^{m},75$ de large en trois étages, au moyen de deux grilles en fil de fer à mailles extrêmement larges; on répartit entre ces trois étages huit lapins et huit cobayes et l'on pulvérise, dans l'espace de trois semaines, 2^{lit} environ de poussières tuberculeuses préparées avec le poumon d'une vache phtisique.

» Sur ces seize animaux, un lapin de l'étage supérieur et un cobaye de l'étage inférieur, affectés de bronchite expérimentale [1], sont devenus tuberculeux.

---

(1) Déterminée par des inhalations de brome.

» Dans une troisième expérience, on répartit dans cette même caisse vingt-deux animaux dont douze lapins et dix cobayes, qui sont sains; on dissémine 3^{lit} de poussières tuberculeuses en un mois dans cette caisse : aucun de ces animaux n'est devenu tuberculeux.

» En résumé, sur quarante-six animaux soumis à ces inhalations, deux dont les voies respiratoires étaient irritées sont devenus tuberculeux.

» 2° *Pulvérisation de liquide tuberculeux.* — On triture des tubercules pulmonaires frais dans de l'eau distillée, on filtre ensuite à travers un linge et l'on obtient ainsi un liquide très virulent. Ce liquide est répandu en fines gouttelettes, à l'aide d'un pulvérisateur ordinaire, dans l'atmosphère de caisses occupées, seulement pendant la pulvérisation, par les animaux d'expérience. Nous avons vu se développer constamment la tuberculose chez ces animaux.

» 3° *Injection intra-trachéale de matières tuberculeuses.* — Les animaux auxquels on injecte dans la trachée des matières tuberculeuses fraîches tenues en suspension dans l'eau distillée deviennent rapidement tuberculeux.

» Les voies respiratoires sont donc très favorables au développement de la tuberculose quand les bacilles qui pénètrent dans leur intérieur ont pour véhicule un liquide inerte; ces bacilles s'implantent au contraire difficilement, rarement dans les voies respiratoires des sujets sains quand les agents virulents sont incorporés à des poussières. Nous recherchons actuellement la cause de ces différences. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les variations morphologiques des microbes.* Note de MM. **L. Guignard** et **Charrin** [1], présentée par M. Bouchard.

« On sait que plusieurs microbes présentent certaines variations morphologiques suivant le milieu, l'âge, la température; mais on ne connaît pas encore les limites exactes entre lesquelles peut se mouvoir le polymorphisme, ni la technique capable d'en reproduire à coup sûr les diverses phases. A ne considérer même que le côté purement pratique, la question n'est pourtant pas dépourvue d'intérêt.

» Pour une étude expérimentale de cette nature, nous avons choisi d'abord le microbe de la pyocyanine, parce qu'il a l'avantage de produire

(1) Travail fait au laboratoire de M. le professeur Bouchard.

une matière colorante facile à caractériser et dont la présence ou l'absence permet en même temps d'apprécier les changements d'ordre physiologique accompagnant le développement d'un microbe chromogène. Toutefois, nous envisagerons surtout, pour le moment, le côté morphologique de la question.

» Diverses raisons nous ont fait préférer les milieux liquides. Dans le bouillon pur, le microbe de la pyocyanine est un bacille mobile, dont la longueur égale à peine deux fois le diamètre (1μ et $0,6\mu$). La culture, à l'étuve à 35°, se recouvre d'un voile, sous lequel apparaît la matière colorante, dont la teinte d'un vert bleu s'accentue pour passer ensuite au jaune; peu à peu le liquide devient filant. Les bacilles commencent alors à condenser leur contenu en un ou deux globules, autour desquels la membrane s'épaissit : ce sont des cellules enkystées, des arthrospores, bien que leur résistance à la chaleur et à la coloration ne soit d'abord guère plus marquée que celle des bacilles.

» Si, au bouillon pur, on ajoute divers acides minéraux ou organiques, des phénols, des sels, etc., on obtient des formes variables suivant les conditions de l'expérience.

» Une de ces formes est représentée par un vrai bacterium. Elle apparaît au début dans les cultures additionnées surtout d'*acide phénique*, de *créosote*, etc., en quantité insuffisante pour retarder sensiblement le développement du microbe. Avec le *naphtol* β, à la dose de $0^{gr},20$ à $0^{gr},25$ pour 1000^{cc} de bouillon, on a des bacilles de toutes longueurs, isolés ou soudés en pseudo-filaments, et des filaments proprement dits, enchevêtrés, formant feutrage à la surface. Il en est de même avec $0^{gr},50$ à $0^{gr},60$ de *thymol*, avec 40^{cc} d'alcool, etc. Ces formes sont temporaires, même dans les milieux additionnés d'antiseptiques, et font bientôt place au bacille normal. La pyocyanine apparaît si l'on ne se rapproche pas trop de la dose toxique; cette dernière est de $0^{gr},35$ pour le *naphtol* β, de $0^{gr},80$ pour le *thymol*, de 60^{cc} pour l'*alcool* (1). Avec $0^{gr},10$ à $0^{gr},15$ de *bichromate de potasse*, la culture, encore transparente au bout d'un jour, renferme presque uniquement des filaments longs, enchevêtrés à la surface, un peu plus épais que le bacille normal; ils disparaissent après cinq ou six jours et sont remplacés par ce dernier. Avec $0^{gr},20$, leur épaisseur est encore plus marquée; plusieurs offrent des formes d'involution et semblent devoir périr.

» L'action de l'*acide borique* est particulièrement intéressante. A la dose

(1) Les cultures ayant été faites à 35°, l'alcool n'a subi qu'une faible évaporation.

de 2^{gr} à 3^{gr}, il retarde le développement sans empêcher la production de pyocyanine. A la dose de 4^{gr} à 5^{gr}, les bacilles, d'abord gonflés, granuleux, redeviennent homogènes vers le troisième jour, puis s'allongent en filaments courts, surtout à la surface en contact avec l'air. A la dose de 6^{gr} à 7^{gr}, on obtient, à un moment donné, outre des formes de longueur variable, des bacilles droits, flexueux ou courbés en croissant et même en boucle presque fermée, soit isolés, soit unis bout à bout. Quand la segmentation de ces bacilles incurvés n'a pas lieu, il en résulte des spirilles où l'on peut compter jusqu'à huit ou dix tours très serrés. Cette dernière forme ne dure que quelques jours à l'étuve. Le microbe ne reprend que très lentement ses caractères morphologiques normaux; il ne fait pas de pyocyanine. A la dose de 8^{gr}, le développement ne se manifeste qu'après une huitaine de jours.

» Nous avons aussi obtenu, notamment dans le bouillon additionné de $0^{gr},75$ à 1^{gr} de créosote, de $0^{gr},20$ à $0^{gr},30$ de naphtol, de $1^{gr},50$ à 2^{gr} d'acide salicylique, etc., après trois ou quatre semaines, la formation, dans presque tous les bacilles, de cellules durables, sphériques, à membrane épaissie, semblables à des microcoques, englobés dans la substance visqueuse de la culture. Il ne s'agit plus ici d'une forme végétative, mais d'une forme de conservation ou de reproduction, analogue à celle dont il a été question pour le bacille cultivé dans le bouillon pur; car le semis en ballon ou en goutte suspendue donne immédiatement le bacille normal, pur, avec la pyocyanine.

» Le polymorphisme expérimental de ce microbe est, comme on le voit, très étendu. Mais, quelle que soit, parmi les formes indiquées (bacterium, bacille court ou long, droit ou incurvé, filament, spirale, microcoque), celle que l'on sème dans le bouillon pur, sur l'agar, la gélatine, etc., elle reproduit aussitôt le bacille normal, *et lui seul,* avec la pyocyanine. Ce contrôle nécessaire, appliqué avec toutes les méthodes usitées en Bactériologie (plaques, colonies, etc.), a toujours été le critérium de la pureté de nos cultures.

» Si l'on n'arrive pas à fixer une de ces formes d'une façon permanente, pourra-t-on supprimer définitivement la fonction chromogène? Quelles sont les modifications, dans la virulence, qui correspondent à telle ou telle forme végétative? Ces questions sont à l'étude.

» Au point de vue botanique, ce polymorphisme du *Bacillus pyocyaneus* n'ébranle en rien la notion généralement admise pour l'espèce; il n'en doit pas moins attirer de plus en plus l'attention sur l'influence des mi-

lieux et en particulier des antiseptiques, et mettre en garde contre certaines tendances à trop multiplier les espèces en se fondant sur des données morphologiques, insuffisantes.

» Nous nous sommes toujours efforcés d'opérer dans des conditions comparables, avec les mêmes méthodes de coloration; mais nous n'en ferons pas moins remarquer que les résultats qu'on obtient peuvent être influencés par de faibles différences dans la nature des milieux de culture, dans l'âge, la vitalité, la quantité de la semence employée. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les relations du baromètre avec les positions de la Lune.* Note de M. **A. Poincaré**, présentée par M. Mascart.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le Tableau des hauteurs barométriques moyennes sur les parallèles nord 40° et 10° aux jours des lunistices austraux et boréaux du 26 avril au 30 novembre 1883.

Lunistices austraux.

	26 avril.	23 mai.	19 juin.	16 juillet.	13 août.	9 septembre.	7 octobre.	3 novembre.	30 novembre.	Moyennes.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
40°.....	759,80	59,24	58,26	59,24	60,84	61,00	64,68	67,32	66,87	61,92
10°.....	759,70	59,60	60,16	60,16	59,70	59,52	60,87	60,22	60,44	60,04
Diff..	+ 0,10	— 0,36	— 1,90	— 0,92	+ 1,14	+ 1,48	+ 3,81	+ 7,10	+ 6,43	+ 1,88

Lunistices boréaux.

	9 mai.	5 juin.	3 juillet.	30 juillet.	26 août.	22 septembre.	19 octobre.	16 novembre.	Moyennes.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
40°.....	760,52	61,51	60,95	59,60	62,14	61,94	67,58	68,59	62,85
10°.....	758,03	57,98	57,62	57,78	57,90	58,26	59,17	57,48	58,03
Diff..	+ 2,49	3,53	3,33	1,62	4,24	3,68	8,41	11,11	4,82

Équinoxe.

Différ. des diff.	2,39	2,85	3,89	5,43	5,23	4,25	3,72	0,68	3,10	2,76	2,20	—0,13	4,60	1,31	4,01	4,68

» Les parallèles 40° et 10° ne coïncident presque jamais avec ceux des pressions moyennes maxima et minima. En outre, il existe le plus souvent un parallèle intermédiaire donnant un maximum ou un minimum, absolu ou secondaire.

» Quoi qu'il en soit, les gradients moyens de 40° à 10° sont de signe contraire aux lunistices austraux et boréaux de mai, juin et juillet. Dans les autres mois considérés ici, ils sont, sauf au moment de l'équinoxe,

beaucoup plus bas en lunistice austral qu'en lunistice boréal. Pour les huit mois, le rapport moyen entre les deux gradients respectifs est de $\frac{2}{5}$.

» Je compte poursuivre le calcul de ces moyennes barométriques pour tous les jours de l'année météorologique 1883. Ce n'est qu'après l'achèvement de ce travail que je pourrai me prononcer positivement sur les relations entre les mouvements barométriques à ces deux latitudes et les périgées, apogées, équilunes, équidéclinaisons, et phases. »

VITICULTURE. — *Observations concernant le mécanisme de l'introduction et de l'élimination du cuivre dans les vins provenant de vignes traitées par les combinaisons cuivriques*. Note de M. **E. Chuard**.

« Le fait même de l'introduction de minimes quantités de cuivre dans les moûts, à la suite des divers traitements aux sels de cuivre, et celui de l'élimination de ce métal pendant l'acte de la fermentation ne sont plus l'objet d'aucune contestation ; les recherches de plusieurs savants français, et principalement de MM. Millardet et Gayon, Grolas et Raulin, les ont acquis définitivement à la Science.

» Quant au mécanisme de l'élimination, il a été étudié par M. Quantin (*Comptes rendus*, 1886), qui conclut à la précipitation du cuivre à l'état de sulfure insoluble, lequel se dépose dans la lie. La théorie de M. Quantin est basée sur une série d'expériences de fermentation, dans lesquelles il observa qu'un moût ne renfermant pas de cuivre en dissolution dégage de petites quantités d'hydrogène sulfuré, tandis qu'un moût renfermant du sulfate de cuivre n'en produit aucune trace.

» La constatation directe du sulfure de cuivre dans les lies, nécessaire pour établir définitivement cette théorie, est presque impossible dans la plupart des cas, étant donnée la faible proportion de cuivre renfermée dans les moûts. Un matériel exceptionnellement favorable m'a permis d'y arriver.

» Une vigne faisant partie du domaine de la station viticole de Lausanne (Champ de l'Air) fut traitée, en 1886, à la bouillie bordelaise. Intentionnellement, on chercha à se placer, en opérant le traitement, dans les conditions les plus favorables à l'introduction du cuivre dans le moût. On employa une proportion exagérée du mélange, et l'on en fit l'application à plusieurs reprises, sans épargner les grappes, de telle sorte qu'à

la vendange, qui fut hâtive, un grand nombre de raisins étaient maculés de larges taches verdâtres de carbonate de cuivre.

» Le moût obtenu était d'une acidité anomale : il renfermait 0,81 pour 100 d'acide, calculé comme acide tartrique. On y dosa, avant la fermentation, par la méthode usuelle (électrolyse), $0^{gr},026$ de cuivre métallique par litre, soit une quantité quintuple du maximum observé jusqu'à maintenant. Quinze jours après, la fermentation étant achevée, le vin nouveau, filtré, ne renfermait plus que des traces du métal.

» A quel état de combinaison se trouvait le cuivre en dissolution dans le moût?

» Pour répondre à cettre question, un échantillon de moût filtré fut mis en digestion, à froid, pendant quelques heures, avec du carbonate de cuivre, dont une portion notable fut bientôt dissoute. On obtint ainsi un moût fortement coloré en vert, qui fut additionné d'alcool et soumis à l'évaporation dans le vide. Au bout de quelques jours, il se forma un dépôt cristallin, dans lequel on constata, outre du tartrate acide de potassium, du malate de cuivre, en quantité suffisante pour qu'on pût y caractériser l'acide malique.

» C'est donc essentiellement à l'état de malate de cuivre que se trouvait ce métal dans le moût. Un dosage de l'acide malique dans celui-ci fut exécuté; on en constata $0^{gr},41$ par litre, tandis que le vin, analysé en février, n'en renfermait presque plus. Cette disparition, ou du moins cette diminution considérable de l'acide malique n'est pas encore expliquée. Est-elle peut-être une conséquence des phénomènes de réduction qui accompagnent la fermentation alcoolique, et une partie de l'acide succinique formé le serait-il aux dépens de l'acide malique ou oxy-succinique? C'est ce que des expériences ultérieures permettront peut-être d'élucider.

» La lie fortement cuivrée provenant du moût en question fut traitée avec les soins nécessaires pour ne pas altérer le sulfure de cuivre que, d'après M. Quantin, elle devait renfermer, et amenée à l'état de complète dessiccation. On put alors opérer un triage très net entre les matières organiques diverses et le dépôt cristallin de tartre. Celui-ci renfermait aussi la plus grande partie du cuivre. On l'épuisa par l'eau distillée privée d'oxygène, et le résidu insoluble, qui renfermait encore du cuivre en proportion notable, traité dans un appareil à dégagement par l'acide bromhydrique concentré, donna un dégagement d'hydrogène sulfuré, tandis que l'acide se colorait en rouge foncé par la formation de bromure cuivreux.

» Un échantillon de lie ne renfermant pas de cuivre, traité exactement de la même façon, ne donna aucun dégagement d'hydrogène sulfuré.

» L'élimination du cuivre comme sulfure était ainsi démontrée par l'expérience directe. Les liquides d'épuisement de la lie donnèrent en outre, par refroidissement, un dépôt cristallin de tartre, dans lequel le cuivre fut caractérisé nettement. Une partie de ce métal s'était donc séparée à l'état de tartrate de cuivre, en même temps que le tartre se déposait. Ce fait, qu'on n'observera probablement que dans les vins fortement cuivrés, puisque le tartrate de cuivre n'est pas complètement insoluble dans les liquides alcooliques, a, me semble-t-il, son importance. Il assure l'élimination du cuivre, quelle que soit, pour ainsi dire, la proportion de ce métal dans un moût. Si le moût est très riche en cuivre, la séparation du tartre en précipite l'excès; les dernières traces sont éliminées par l'hydrogène sulfuré, tandis que, dans les conditions ordinaires, celui-ci suffit à la précipitation de la quantité totale du métal en dissolution dans le moût. »

M. **L. Mirinny**, à propos du discours prononcé par M. Janssen devant les cinq Académies, adresse une Note sur l'évolution sidérale, les météorites et les amas cosmiques.

L'auteur rappelle qu'il a exposé une théorie de l'évolution sidérale dans une brochure sur la formation des systèmes solaires, dont il a fait hommage à l'Académie le 26 septembre dernier, et fait ressortir certaines analogies et divergences que présente sa théorie avec les Communications récentes de MM. Norman Lockyer et Stanislas Meunier.

M. **A. Ducat** adresse une Note relative à un nouveau noir animal décolorant.

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 décembre 1887.

Tableau général du commerce de la France avec ses Colonies et les puissances étrangères pendant l'année 1886, publié par la Direction générale des Douanes. Paris, Imprimerie nationale, 1887; 1 vol. in-f°.

La question sociale et les partis politiques. Solutions scientifiques. — Collectivisme et progressisme; par Ch. Horion. Bruxelles, Émile Decq, 1888; br. in-8°.

La tenue des livres de commerce en double partie simplifiée par la loi, etc.; *par* M. J. Guillay (de Tours). Tours, Rouillé-Ladevèze, 1886; br. in-8°.

Observations pluviométriques et thermométriques faites dans le département de la Gironde, de juin 1885 *à mai* 1886; Note de M. Rayet. Bordeaux, G. Gounouilhou, 1886; br. in-8°.

Les ancêtres de nos animaux dans les temps géologiques; par Albert Gaudry. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1888; 1 vol in-18.

L'homme selon le transformisme; par Arthur Vianna (de Lima). Paris, Félix Alcan, 1888; 1 vol. in-18. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Étude sur les algues parasites des Paresseux; par Mme A. Weber van Bosse. Harlem, héritiers Loosjes, 1887; br. in-4°.

Archives de Médecine et de Pharmacie militaires, publiées par ordre du Ministre de la Guerre; T. IX. Paris, Victor Rozier, 1887; in-8°.

Actos de la Academia nacional de Ciencias de la Republica argentina en Cordoba; T. V, entrega tercera. Buenos Aires, 1886; br. in-f°.

Operazioni eseguite nell' anno 1881 *per determinare la differenza delle longitudini fra gli osservatori del Dépôt général de la Guerre à Montsouris presso Parigi del mont Gros presso Nizza, di Brera in Milano, dai signori Colonnello* F. Perrier, *Direttore* I. Perrotin, Prof. G. Celoria. *Resoconto delle operazioni fatte da* Giovanni Celoria. Milano, Ulrico Hoepli, 1887; br. gr. in-4°.

Anales de construcciones civiles y de minas del Peru, publicados por la Escuela de Ingenieros de Lima; tome VI. Lima, imprenta del Estado, 1887; in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

Acta mathematica; Zeitschrift *von* G. Mittag-Leffler, 10 : 3-10 : 4. Berlin, 1887; 2 br. in-4°. (Présentées par M. Hermite.)

Die Vertheilung des Luftdruckes über Mittel und Süd Europa, etc., *von* J. Hann. *Geographische Abhandlungen*, herausgegeben von Prof. Dr Albrecht Penck in Wien; Band II, Heft 2. Wien, Eduard Hölzel, 1887; gr. in-8°. (Présenté par M. Mascart.)

Die internationale Polarforschung 1882-1883. — *Die Beobachtungs-Ergebnisse der deutschen Stationen;* Band I : *Kingua-Fjord;* Band II : *Süd-Georgien; von* Prof. Dr Neumayer und Prof. Dr Boergen. Berlin, A. Asher und C°, 1886; 2 vol. gr. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 décembre 1887.

La Statique graphique et ses applications aux constructions; par M. Maurice Lévy. Paris, Gauthier-Villars, 1886-1888; 4 vol. in-8°, accompagnés de 4 Atlas.

Collection des anciens alchimistes grecs, publiée sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique; par M. Berthelot, avec la collaboration de M. Ch.-Em. Ruelle; Ire livraison. Paris, Georges Steinheil, 1887; 1 vol. in-4°.

L'anémogène ou appareil reproducteur des courants atmosphériques; par Mgr Rougerie. Pamiers, T. Vergé, 1887; br. in-4°. (Deux exemplaires.)

Revue de Géographie, dirigée par M. Ludovic Drapeyron. XIe année, 4e et 6e livraisons (octobre et décembre 1887). Paris, Ch. Delagrave; 2 br. in-8°. (Présentée par M. Jurien de la Gravière.)

Papers read before the New Orleans Academy of Sciences, 1886-1887. New Orleans, L. Graham and son, 1887; br. in-8°.

Bulletin of the United States fish Commission, vol. VI, for 1886. Washington, Government printing Office, 1887; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 5 décembre 1887.)

Note de M. *A. Pellet*, sur la division approximative d'un arc de cercle :

Page 1120, ligne 18, *au lieu de* 0,08, *lisez* 0,1.
Même page, ligne 19, *au lieu de* 0,05, *lisez* 0,063.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 19 DÉCEMBRE 1887.

PRÉSIDENCE DE M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet une ampliation du Décret par lequel M. le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Dehérain*, pour remplir, dans la Section d'Économie rurale, la place devenue vacante par suite du décès de M. *Boussingault*.

Il est donné lecture de ce Décret.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur les épreuves répétées;* par M. J. Bertrand.

« Jacques Bernoulli a supposé, dans l'énoncé de son théorème, les probabilités invariables pendant la durée des épreuves.

» La probabilité d'un événement étant p, et q désignant celle de l'événement contraire, le résultat le plus probable d'une série de μ épreuves est que l'événement arrive par μp fois, et la probabilité pour que l'écart entre le nombre amené par le hasard et le nombre le plus probable soit égal à h peut être représentée, lorsque μ est grand, par

$$(1) \qquad \frac{1}{\sqrt{2\mu\pi pq}} e^{-\frac{h^2}{2\mu pq}}.$$

» La généralisation proposée par Poisson sous le nom de *loi des grands nombres* manque non seulement de rigueur, mais de précision. Les conditions supposées dans l'énoncé échappent par le vague à toute appréciation mathématique.

» On peut, dans un cas simple et digne d'intérêt, appliquer le théorème de Bernoulli, malgré la variation des chances pendant les épreuves.

» Supposons une urne contenant un grand nombre λ de boules blanches et noires : la probabilité d'en extraire une boule blanche est p, celle d'extraire une boule noire est q.

» On fait μ tirages sans jamais remettre dans l'urne les boules qui en sont sorties. Si λ et μ sont de grands nombres, il est très probable que le rapport du nombre des boules blanches à celui des boules noires différera peu de $\frac{p}{q}$. En ne remettant pas les boules dans l'urne on change à chaque épreuve la probabilité de choisir une boule blanche, mais ce changement est en quelque sorte un régulateur de la proportion normale prévue par le théorème de Bernoulli; quand l'une des couleurs, en effet, est arrivée dans une proportion inférieure à ce rapport normal, la probabilité pour elle augmente, et les épreuves suivantes ont plus de chance de diminuer l'irrégularité.

» On peut préciser cette indication.

» La simplicité du résultat est digne d'attention : μ désignant le nombre des boules extraites, λ celui des boules contenues dans l'urne, λp celui des boules blanches et λq celui des noires au commencement du tirage, la probabilité pour que le nombre des boules blanches soit $\mu p + h$ est

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi\mu pq}} \sqrt{\frac{\lambda}{\lambda - \mu}}\, e^{-\frac{h^2}{2pq\mu}\frac{\lambda}{\lambda-\mu}};$$

c'est précisément la formule (1), dans laquelle μ est remplacé par

$$\mu\frac{\lambda - \mu}{\lambda}.$$

» Si l'on tire la moitié des boules contenues dans l'urne, la probabilité d'un écart donné entre le nombre des boules blanches et le nombre le plus probable est la même que si, remettant les boules après chaque tirage, on en avait extrait le quart seulement; si, une urne contenant 10000 boules, on en extrait 9000 sans les remettre dans l'urne, la probabilité d'un écart donné entre le nombre des boules blanches amenées par le hasard et le nombre le plus probable est la même que si l'on avait tiré 900 boules seulement, en les remettant dans l'urne après chaque tirage.

» On peut s'étonner qu'un résultat aussi simple ne puisse pas être rendu évident sans calcul. La raison en est simple : ce théorème n'est pas rigoureusement exact, il suppose que λ et μ soient de grands nombres, et cette condition nécessaire serait difficilement introduite dans une démonstration intuitive. »

GÉOMÉTRIE. — *Génération des surfaces algébriques, d'ordre quelconque;* par M. DE JONQUIÈRES.

« I. On sait depuis longtemps ([1]) que, si deux faisceaux de surfaces, de degrés n, n', sont projectifs, ou homographiques, leurs surfaces *correspondantes* se coupent, deux à deux, suivant des courbes gauches, d'ordre nn', dont la succession continue engendre une surface de degré $m = n + n'$. Mais, à part le cas des surfaces *réglées* du second ordre, où la solution se présente immédiatement ([2]), on n'a point encore, que je sache, abordé le problème de la génération, par deux tels faisceaux, d'une surface générale S_m, de degré m, *lorsque celle-ci est assujettie à passer par*

$$D_m = \tfrac{1}{6}(m+1)(m+2)(m+3) - 1$$

([1]) GRASSMANN (*Journal de Crelle*, t. 42, p. 202; 1851). *Voir* aussi, pour la définition précise de deux faisceaux anharmoniques de surfaces, une *Note* de Chasles insérée au Tome XLV des *Comptes rendus*, sous le titre : *Deux théorèmes généraux*, etc. (séance du 28 décembre 1857). La définition dont il s'agit est donnée dans un *nota* relatif au deuxième alinéa de la Note.

([2]) Pour ces surfaces réglées du second ordre, la solution est évidente et immédiate, *parce qu'on n'a besoin d'introduire aucun point inconnu dans les bases* des faisceaux générateurs, qui sont les faisceaux de plans, attendu que chaque base se compose alors de trois points pris sur chacune des deux génératrices données, afin d'exprimer que ces génératrices sont rectilignes et contenues tout entières sur la surface.

points SIMPLES *donnés, qui la déterminent complètement*. C'est ce problème général dont je vais donner ici la solution, après être convenu de quelques notations abréviatives.

» Je désignerai par :

B_m l'ensemble des points simples nécessaires et suffisants pour déterminer la *base* d'un faisceau de surfaces d'ordre m, ou, ce qui revient au même, qui déterminent la courbe gauche, d'ordre m^2, commune à toutes les surfaces du faisceau. On a donc

$$B_m = \tfrac{1}{6}(m+1)(m+2)(m+3) - 2 \quad (^1);$$

T_m l'ensemble des points simples *donnés* qui devront entrer dans les deux bases;

X l'ensemble des points simples *inconnus* qui y seront admis, pour les compléter.

» Il est, en effet, nécessaire d'avoir recours (comme je l'avais fait pour les courbes) à des points inconnus; en d'autres termes, il n'est permis d'admettre dans les bases des faisceaux générateurs qu'un certain nombre des points donnés (qu'on peut d'ailleurs choisir arbitrairement parmi eux et répartir à volonté entre les deux bases), et il faut y introduire d'autres points, appartenant comme ceux-là à la surface S_m, mais encore inconnus, que les autres données de la question serviront à déterminer, en ayant égard à ce qu'ici, dans l'espace, chacun d'eux exige pour sa détermination l'emploi de *trois* points donnés. Quant à la correspondance projective des deux faisceaux, elle en réclame trois, comme pour les courbes planes, ce qui porte à $3X + 3$ le nombre des points donnés qui, après que les bases ont

---

(1) Ce nombre B_m peut être *exceptionnellement* accru si, parmi les données de la surface S_p qu'on veut engendrer par deux faisceaux dont l'un soit d'ordre m, il se trouve une ligne, droite ou courbe, qu'on sache lui appartenir et qu'on veuille faire servir de base à ce faisceau (m). Le *nota* (1) qui précède offre un double exemple de cette circonstance.

La base d'un faisceau de surfaces de degré m est une courbe gauche de degré m^2, déterminée par $\frac{(m+1)(m+2)(m+3)}{6} - 2$ points, qui sont, par conséquent, *seuls nécessaires* pour sa détermination, les autres points de la courbe gauche étant dépendants de ceux-là.

été constituées, doivent rester disponibles pour obtenir simultanément ces deux déterminations ([1]).

» II. Cela posé, il y a deux cas à considérer, selon que :

» 1° m est multiple de 4, augmenté de 1, 2 ou 3;

» 2° m est multiple de 4.

» La génération des surfaces de ces deux catégories est régie respectivement par les deux théorèmes suivants :

» Théorème I. — *Toute surface algébrique* S_m, *de degré* m ($m \equiv 1$, 2 ou 3, mod. 4), *déterminée par* D_m *points simples donnés, peut être engendrée par deux faisceaux projectifs* S_n, $S_{n'}$ *de degrés* n, n', *dont la somme* $n + n'$ *soit égale à* m, *mais sous les restrictions suivantes :* qu'ils ne soient, *ni l'un ni l'autre, multiples de* 4, *ni de même forme que* m *par rapport à* 4, et sous la réserve que le plus grand n de ces nombres satisfasse à une condition qui sera indiquée ci-après.

» Sous ces conditions, *on composera les bases des deux faisceaux en y introduisant :*

» 1° $B_n + B'_{n'} - X$ *points pris arbitrairement parmi les points donnés;*

» 2° X *points inconnus, dont le nombre total est donné par la formule*

$$X = \frac{D_m - (B_n + B_{n'} + 3)}{2}.$$

» *Démonstration.* — On a

$$D_m = \frac{m}{6}(m^2 + 6m + 11);$$

puis, à cause de $n' = m - n$,

$$B_n = \frac{n}{6}(n^2 + 6n + 11) - 1$$

et

$$B_{n'} = \frac{m-n}{6}[(m-n)^2 + 6(m-n) + 11] - 1.$$

([1]) *Voir* au sujet de la détermination des points X mon *Essai sur la génération des courbes géométriques,* page 13. Le même principe et la même démonstration s'appliquent ici avec toutes leurs conséquences.

» On en déduit successivement

$$B_n + B_{n'} = D_m - \tfrac{1}{2}[mn(m-n+4) - 4n^2 + 4),$$

(A) $$X = \frac{mn(m-n+4) - 4n^2 - 2}{4} \quad (^1),$$

(C) $$T_m = B_n + B_{n'} - X = D_m - \tfrac{1}{4}[3mn(m-n+4) - 12n^2 + 6].$$

» Cette dernière formule montre que la solution n'est possible que si

$$D_m \overline{\gtrless} \tfrac{1}{4}[3mn(m-n+4) - 12n^2 + 6].$$

Donc, si n est le plus grand des deux nombres n et $m-n$, il faut qu'on ait

(E) $$n \overline{\gtrless} \frac{3m + \sqrt{m^2 - 16m - 24 + \dfrac{168}{m+4}}}{6},$$

condition que la formule n'impose d'ailleurs que pour $m \overline{\gtrless} 18$, car toute valeur de n convient pour la solution lorsque $m < 18$.

» La formule (E) exprime la troisième restriction mentionnée à la fin de l'énoncé du théorème I, mais qui ne pouvait y être formulée sans explications préalables. Il n'existe pas de limitation de cette nature dans la génération des courbes planes, parce qu'on y a toujours

$$B_m + B_{m-n} > n(m-n) - 1.$$

Ainsi, tandis qu'une courbe d'ordre m peut *toujours* être engendrée par deux faisceaux projectifs dont la somme des degrés soit égale à m, sans aucune exception, une surface S_m, *déterminée* par des points simples, *peut l'être aussi toujours,* mais seulement par les valeurs de n et n' soumises aux restrictions et limitations précédentes, dont en particulier la dernière exprime une propriété aussi curieuse qu'imprévue.

» Des relations qui précèdent il s'ensuit que, les bases des faisceaux

---

(1) Cette formule correspond, dans la théorie des surfaces, à celle que j'ai donnée dans la théorie des courbes planes, savoir :

$$X = nn' - 1,$$

qu'on peut écrire

$$X = mn - n^2 - 1,$$

si, comme on le suppose ici, $n' = m - n$.

ayant été constituées comme il vient d'être expliqué, le nombre T_m des points donnés qui restent encore disponibles est égal à

$$T_m = \tfrac{1}{4}[3mn(m-n+4) - 12n^2 + 6]$$
$$= 3 + 3\,\frac{mn(m-n+4) - 4n^2 - 2}{4} = 3 + 3X,$$

et les conditions requises sont satisfaites. Toutefois il reste à montrer que, grâce aux conditions imposées aux nombres n et n', la formule (A) donne pour X un nombre *entier*. En effet, on voit, à la seule inspection de cette formule, que ni m, ni n, ni n', ne peuvent être multiples de 4, pour que X soit entier. Pareillement, ni n, ni n' ne peuvent avoir la même *forme* que m par rapport au nombre 4; car, si l'un d'eux était dans ce cas, l'autre $(m-n)$ serait multiple de 4, ce qu'on vient de voir être impossible. D'ailleurs n et n' peuvent avoir tous deux la même forme par rapport à 4.

» Par exemple, une surface du trentième degré ne peut, à cause des diverses conditions qui viennent d'être exprimées, être engendrée que par l'un ou l'autre des systèmes de faisceaux (19, 11), (21, 9), (23, 7), (25, 5), (27, 3), (29, 1), à l'exclusion de (15, 15) et (17, 13), parce que 15 et 17 sont moindres que la limite inférieure de n donnée par la formule (E) (qui est ici 18, 4), et à l'exclusion de tous les autres systèmes, dans lesquels l'un des deux nombres n, $m-n$, est un multiple de 4, tels que (20, 10), (22, 8), (24, 6), ... [1].

---

[1] Pour donner une application, supposons qu'on prenne le système (19, 11), c'est-à-dire $n=19$, $n'=11$. On a

$$D_{30} = 5455;$$

j'appellerai (α) les points simples empruntés à ces 5455 points donnés pour être introduits dans les bases.

$$B_{19} = 2022, \qquad B_{11} = 218, \qquad B + B' = 2240, \qquad X = \frac{30.9.25 - 4.9^2 - 2}{4} = 1606.$$

$B + B'$ étant $> X$, le système (19, 11) peut donc être employé, et l'on a

$$S_{30} \equiv \begin{cases} B_{21} \equiv [416(\alpha) + 1606(x)] = 2022 \\ B_9 \equiv [218(\alpha')] \qquad\qquad\quad = 218 \end{cases},$$

puis

$$5455 - (416 + 218) = 4821 = 3 + 3,1606,$$

et toutes les conditions exigées se trouvent satisfaites.

» La génération des surfaces de la seconde catégorie est régie par cet autre théorème :

» III. Théorème II. — *Toute surface algébrique* S_m, *de degré m* (m multiple de 4), *déterminée par* D_m *points simples donnés, peut être engendrée par deux faisceaux projectifs, de degrés n, n', dont la somme* $n + n'$ *soit* (pour se borner aux moindres nombres possibles) *égale à* $m + 1$, *et d'ailleurs sous les réserves ci-dessus, quant aux valeurs et aux formes de n et de n'.*

» En conséquence, on adjoindra à la surface cherchée S_m un *plan arbitraire;* en d'autres termes, on se proposera d'engendrer une surface $S_{m+1} = (S_m + S_1)$, dont ce plan forme, à lui seul, une nappe isolée, et qui satisfera à la condition de passer par les D_m points donnés en même temps que par un nombre de points du plan suffisants et tellement choisis que la décomposition préméditée de S_{m+1} en deux autres surfaces S_m et S_1 soit assurée d'avance. Pour obtenir ce résultat, il faut que le plan adjoint ait en commun avec S_{m+1} *un point de plus* qu'il n'est nécessaire pour déterminer une courbe plane de degré $m + 1$, et que ce point en excédent soit pris *hors de la courbe*. Le nombre des points auxiliaires à prendre arbitrairement dans le plan est donc $\frac{1}{2}(m+1)(m+4)+1$, avec la condition que l'un d'eux ne soit pas situé sur la courbe plane C_{m+1} que les autres déterminent.

» Le degré de la surface à engendrer, étant de la sorte devenu égal à $m + 1$, n'est plus un multiple de 4, et le problème est ramené au précédent, car le nombre total des points donnés, savoir

$$D_m + \frac{1}{2}(m+1)(m+4) + 1,$$

est précisément égal à D_{m+1}, comme on s'en assure par un calcul facile. Les autres restrictions du théorème I subsistent d'ailleurs, quant au choix des systèmes (n, n') dont l'emploi est permis, $n + n'$ étant, dans ce cas, égal à $m + 1$.

» Par exemple, il est impossible d'engendrer une surface du huitième ordre à l'aide de deux faisceaux projectifs de degrés n, n' dont la somme $n + n' = 8$. Mais, en adjoignant aux 164 points donnés pour la détermination de S_8 55 points pris à volonté dans un plan quelconque, on obtient en totalité 219 points qui déterminent une surface du neuvième ordre, et celle-ci se décomposera en un plan et en la surface du huitième ordre demandée, si l'un quelconque des 55 points auxiliaires est pris en dehors de

la courbe plane du neuvième degré que les 54 autres déterminent. Cette surface S_{8+1} pourra d'ailleurs être engendrée par l'un quelconque des deux systèmes de faisceaux (6, 3) ou (7, 2), mais non par le système (5, 4).

» IV. Cette théorie fournit un nouvel exemple du rôle intime et essentiel que les propriétés des nombres jouent dans plusieurs questions de Géométrie générale, et notamment dans celles qui touchent à la génération des surfaces et des courbes, ainsi qu'au nombre des points doubles et multiples dont celles-ci peuvent être douées. Je me propose d'en faire connaître prochainement d'autres applications à des questions, entièrement neuves, concernant les surfaces algébriques, auxquelles les résultats obtenus dans la présente Communication serviront d'acheminement naturel, notamment à la suivante : « Quel est le nombre maximum de points doubles, » proprement dits, qu'il soit permis d'attribuer *arbitrairement* à une sur» face algébrique de degré m, dont d'autres points simples donnés com» plètent la détermination ? » Je dois aujourd'hui me borner à annoncer ces résultats, comme découlant de la méthode dont j'ai fait usage ici. »

CHRONOMÉTRIE. — *Réponse à une Note de M. Wolf, intitulée : « Comparaison des divers systèmes de synchronisation des horloges astronomiques »*; par **M. A. Cornu.**

« Je crois avoir établi par la théorie et vérifié par l'expérience (*Comptes rendus*, t. CIV, p. 1463 et 1656) que la *condition essentielle* de la synchronisation d'un appareil oscillant est l'existence d'un amortissement convenable. A la dernière séance, notre Confrère M. Wolf (p. 1155) a affirmé, au contraire, que, dans un système de synchronisation « correct », l'amortissement est inutile et même rédhibitoire : pour toute preuve, il se contente de dire que l'amortissement peut entraîner l'arrêt des horloges. Cet accident est, à ses yeux, tellement grave dans le service d'un observatoire ou d'une ville, qu'il n'hésite pas à le qualifier de « désastre ». Aussi, sans examiner si ce danger est réel et s'il n'est pas, au besoin, facile à conjurer [1], M. Wolf repousse-t-il le système que je propose, le déclarant,

---

[1] Il suffirait, par exemple, de faire fermer le circuit de l'amortisseur par le courant synchronisant : on pourrait employer d'autres moyens, en particulier ceux qui sont fondés sur le réglage de l'amortissement; je les décrirai à l'occasion.

A ce propos, je proteste formellement contre l'assimilation de l'amortisseur électro-

comme tout appareil contenant un amortisseur, incapable d'assurer un service régulier, et bon tout au plus « dans un laboratoire ou pour une expé-
» rience incessamment surveillée ».

» Le système sans amortissement, au contraire, particulièrement celui qu'il a fait installer à l'Observatoire et à la Ville de Paris, lui paraît seul posséder « cette correction théorique » nécessaire, grâce à toutes les précautions, poussées jusqu'à l' « excès de scrupule », qui assurent la perfection du fonctionnement.

» Il me semble que les faits répondent bien mal à ces affirmations.

» Le système avec amortisseur décrit page 1106, qui ne conviendrait, suivant M. Wolf, qu'à des expériences de laboratoire, a parfaitement réussi à 40^{km} de distance ; en outre, il fonctionne en service régulier depuis deux ans dans un grand atelier de construction ([1]) sans interruption aucune : la surveillance a consisté à remettre tous les deux mois un peu d'eau et de sulfate de cuivre dans les piles et à remplacer les zincs lorsqu'ils étaient usés.

» Par contre, le système « seul correct, celui qui tend à maintenir l'am-
» plitude de l'oscillation dans ses limites normales », celui où l'on a « voulu
» éviter jusqu'aux moindres chances d'amortissement », ce système présente, M. Wolf le sait mieux que moi, de fréquentes anomalies, je n'ose pas dire des « désastres ».

» A chaque accident, on trouve, je n'en doute pas, une explication plausible : c'est le plus souvent la faute de l'électricité ; j'en conviens volontiers et je suis le premier à demander qu'on mette hors de cause les anomalies provenant des conditions que j'ai appelées *télégraphiques* pour les distinguer des conditions propres à l'appareil.

» Mais ici le mal est plus profond : la théorie, d'accord avec les faits, montre que ces anomalies sont dues à deux « vices capitaux » du système, à savoir :

» 1° La faiblesse de l'amortissement du balancier ;

---

magnétique avec les ressorts ou buttoirs plus ou moins grossiers désignés aussi sous le nom d'*amortisseurs* dans la Note de M. Wolf.

([1]) M. Borrel a synchronisé dans le même circuit trois balanciers pesant respectivement 250^{gr}, 1^{kg} et 40^{kg} : le premier actionne un compteur à secondes ; le second est le balancier du régulateur à secondes de l'atelier de petite horlogerie ; le troisième, celui de l'horloge de l'enseigne (rue des Petits-Champs, 47). Les trois appareils ont été mis en service le 30 janvier 1886 et n'ont présenté, depuis, aucun trouble dans leur marche : les amortisseurs sont de simples tubes de cuivre rouge épais.

» 2° L'invariabilité imposée inutilement à l'amplitude.

» Ce sont justement les deux conditions qu'on a cherché à réaliser avec le plus de rigueur : heureusement pour le système, on n'y est pas complètement parvenu, et c'est pour cela que l'appareil fonctionne entre certaines limites ; car, si l'on pouvait atteindre rigoureusement l'amortissement nul et l'amplitude invariable, la synchronisation deviendrait impossible (¹). Il serait donc difficile de trouver un appareil où les conditions de « correction théorique » fussent plus complètement méconnues.

» En présence de ces résultats théoriques et pratiques, je me crois autorisé à maintenir que l'amortissement est la condition essentielle de la synchronisation et que les dispositifs fondés sur l'emploi d'amortisseurs, loin d'être rédhibitoires, remplissent seuls les conditions de stabilité exigées pour tous les services, depuis les plus délicats jusqu'aux plus rustiques. »

Réponse de M. C. **Wolf** *à la Note de M.* A. Cornu.

« La théorie de la synchronisation des pendules a été établie, il y a plus de quatre ans, en Angleterre, par M. Everett et par lord Rayleigh. Je n'avais donc pas à la faire. Mais je puis faire remarquer que la formule de stabilité du réglage énoncée par le premier de ces deux savants est iden-

(¹) En effet, l'équation (13) (p. 1109 et tome CIV, p. 1661)

$$\mathfrak{A} = \frac{u}{\sqrt{\alpha^2\theta^2 + 4\pi^2\left(\frac{\theta - \mathrm{T}}{\mathrm{T}}\right)^2}}$$

établit, pour le *régime stable*, une relation nécessaire entre l'amplitude $\mathfrak{A}$, la différence des périodes $\theta - \mathrm{T}$ et la force synchronisante u. Cette relation détermine la condition de réglage, c'est-à-dire la valeur de la force qui permet de synchroniser les deux horloges dont la différence de période est donnée en conservant au balancier synchronisé l'amplitude invariable qui lui est imposée. Pour que ce réglage se maintienne, il faut que u et $\theta - \mathrm{T}$, qui sont absolument indépendants, soient eux-mêmes invariables, ce qui est pratiquement impossible : la force synchronisante suit les variations incessantes du courant; la différence des périodes suit les variations inévitables des deux horloges.

On voit le rôle du coefficient d'amortissement α : si ce coefficient est notable, l'influence de la variation de $\theta - \mathrm{T}$ est négligeable ; s'il est nul ou très petit, cette influence est maximum : c'est ce qui explique les accidents qui arrivent, avec le système sans amortissement, lors de la remise à l'heure.

tique à celle que j'ai posée dans la dernière séance : les maxima de la force extérieure (force synchronisatrice) doivent coïncider avec les maxima du déplacement du pendule. Sous cette condition, la théorie du réglage s'établit sans intervention d'un amortisseur spécial; et c'est parce que le système particulier adopté par M. Cornu n'en tient pas compte qu'il a fallu le compliquer de la bobine d'amortissement. Ce n'est donc pas non plus par un heureux hasard que les systèmes de synchronisation adoptés fonctionnent régulièrement à Greenwich depuis vingt-sept ans, à Paris depuis dix-sept ans. La correction de ces systèmes est démontrée par la théorie.

» M. Cornu s'étonne que j'aie apporté tant de soins à conserver à l'amplitude de l'oscillation sa valeur normale : les horlogers s'étonneront bien plus, et à meilleur droit, qu'on introduise dans leurs horloges un appareil capable de changer cette amplitude.

» Mais les appareils de l'Observatoire sont sujets à de fréquentes défaillances. Si M. Cornu veut bien s'informer auprès des astronomes, il saura que jamais la synchronisation des horloges n'a été en défaut : j'ai vu toutes les pendules marquer la même seconde pendant des années entières. Ce qui m'a souvent occasionné des ennuis, ce sont les parleurs chargés de battre la seconde, parleurs complètement étrangers à la synchronisation. J'avais employé des appareils télégraphiques construits pour un but tout différent; je les remplace peu à peu par des appareils spéciaux. J'en puis dire autant pour le service de la Ville, bien que je doive décliner toute responsabilité quant à son établissement; ici encore, j'en ai les preuves, ce n'est pas la synchronisation des balanciers qui a jamais fait défaut.

» Reste toujours l'objection capitale que j'ai faite à l'emploi d'un amortisseur : il doit, en cas de rupture accidentelle du courant régulateur, arrêter toutes les horloges. Je vois que M. Cornu s'en préoccupe, et je souhaite vivement qu'il puisse réaliser sa promesse de rendre son amortisseur inoffensif. Mais je crains bien que la complication qui résultera de l'introduction d'un appareil de sûreté et les frais qu'elle entraînera ne compensent et au delà les avantages attribués à l'amortisseur lui-même. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la cause de la déviation des flèches du vent dans les cyclones;* par M. **H. Faye**.

« On a vu, par mes deux précédentes Notes (28 novembre et 5 décembre), que cette déviation tient essentiellement à la résistance du sol et ne répond

pas du tout à l'hypothèse des cyclones ascendants. Il reste à en indiquer la cause : c'est ce que je vais tâcher de faire dans les lignes suivantes, pour répondre à l'invitation d'un savant officier de la Marine de l'État qui a cherché de son côté cette explication.

» Voici les caractères principaux de cette déviation, tels qu'ils résultent de nombreuses mesures prises par M. Clément Ley sur les cartes synoptiques :

» 1° Cet angle, qui n'a été constaté qu'au contact du sol, croît avec la résistance du sol liquide ou solide.

» 2° Il est plus marqué pour les vitesses faibles que pour les vitesses considérables.

» 3° Il diminue avec la distance au centre du cyclone et s'annule, par exemple, près du *calme central*.

» 4° Il est lié au mouvement de translation du cyclone, car il atteint son maximum à l'avant et son minimum à l'arrière.

» 5° Il n'y en a pas trace dans les trombes et les tornados [1].

» Quelle différence de structure y a-t-il donc entre les cyclones et les tornados? Les uns et les autres sont des mouvements giratoires à axe vertical, nés de la même manière dans les courants supérieurs coulant à des étages différents; mais le diamètre des trombes ou des tornados, même à leur embouchure, est petit en comparaison de leur hauteur, tandis que le contraire a lieu pour les cyclones.

» Les cyclones sont des girations descendantes interrompues par l'obstacle du sol dans leur partie la plus décidément tronconique. Ils ne trouvent pas au-dessous d'eux une couche atmosphérique assez profonde pour y dessiner le long tube presque cylindrique qui, dans les trombes, fait suite à une large embouchure semblable à celle d'un entonnoir. Le dessin suivant montre cette différence de structure.

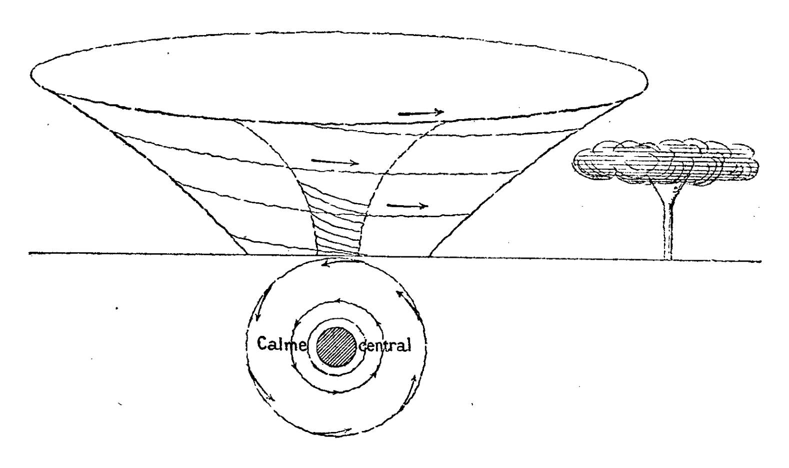
» On voit que les spires descendantes d'un cyclone vont en se rétrécissant rapidement sous l'influence de la pression du milieu dans lequel elles pénètrent de force. La réaction du milieu ambiant sur le tourbillon se borne donc, tant que les spires conservent leur giration et développent une force centrifuge insuffisante, à en diminuer progressivement le diamètre. Mais, au contact du sol, le mouvement giratoire disparaît; il ne

---

[1] Ce dernier point n'est pas dû aux mesures de M. C. Ley; il résulte de l'étude attentive que j'ai faite des tornados américains dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1886.

reste plus que la vitesse tangentielle et la pression extérieure qui n'est plus contrebalancée par la force centrifuge. L'air violemment lancé de la spire ne suivra pas exactement sur le sol la tangente à la projection horizontale à peu près circulaire de la spire, mais déviera légèrement vers l'intérieur.

» L'angle de cette déviation *moyenne* sera déterminé par le rapport des deux composantes dont l'une est profondément altérée par la résistance du sol. Sur les continents, où le frottement est énergique, cet angle pourra atteindre une trentaine de degrés; sur les côtes, où le sol est en partie remplacé par la surface mobile de la mer, cette déviation sera fortement réduite, même à 6° comme à Brest et à Scarborough. En plein Océan, elle sera plus faible encore.



» Enfin, à l'avant du cyclone, cette pression de l'air ambiant s'accroîtra de tout l'effet dû au mouvement de translation de la tempête, et la déviation atteindra son maximum. Plus près du centre elle diminue, et disparaît entièrement dans la région voisine du calme central autour duquel les girations sont absolument circulaires, à cause de la vitesse croissante des spires descendantes. C'est ainsi qu'on ne constate aucune déviation sensible au pied des plus grands tornados. Nous retrouvons ainsi par ma théorie tous les caractères que les mesures effectuées sur les Cartes synoptiques assignent à cette déviation. On n'y trouve au contraire que des contradictions quand on part de la théorie des météorologistes.

» Il y a plus. L'air, devenu libre au moment où une de ces spires descendantes vient frapper obliquement le sol, ne constituera pas un courant persistant: la résistance du sol et celle des spires intérieures ne tarderont

pas à l'arrêter. On l'entendra mugir d'abord avec une violence presque explosive, puis faiblir en changeant peu à peu de direction. Ce sont les rafales. La plus grande partie de cet air se répandra dans la masse ambiante, sans direction nettement déterminée, et contribuera, je pense, par sa contraction subite et sa dilatation subséquente, à donner un caractère d'intermittence au souffle de ces spires sur le sol. C'est du moins ainsi que je cherche à m'expliquer le phénomène des rafales, et les petites variations de direction que ces rafales subissent à mesure qu'elles s'affaiblissent.

» Le savant marin, dont la lettre toute récente m'a décidé à faire cette Communication, donne précisément la même explication à ce phénomène embarrassant des rafales, qui, naturellement, ne se produit qu'au contact du sol. Je dirai même qu'il me l'a suggérée, et voici en quels termes :

» Le vent, dans une tempête, est loin d'avoir une régularité parfaite comme force et comme direction. Il est au contraire très capricieux et procède par grains (rafales), c'est-à-dire présente une augmentation momentanée et subite dans sa force, avec une légère variation dans sa direction. Est-ce que ces grains ne proviendraient pas de la compression et de l'expansion subite de ces filets d'air qui cherchent à se frayer une route quelque part tout en restant noyés dans la masse du tourbillon?

» Dieu sait les discussions auxquelles la découverte de la loi des tempêtes giratoires a donné lieu, par suite des efforts que les météorologistes n'ont cessé de faire pour accommoder cette loi à leur théorie des tempêtes d'aspiration centripète et des trombes pompant l'eau des mers jusqu'aux nues. J'y compte quatre époques différentes. On y verra les météorologistes tâcher d'abord d'imposer leur théorie sans aucune atténuation, au nom de la Science, puis, obligés de reculer de plus en plus à mesure que les faits étaient mieux connus, n'avoir plus finalement qu'un seul argument, celui des déviations des flèches du vent sur les Cartes synoptiques.

» *Première époque.* — C'est celle de la discussion des météorologistes contre Redfield, Reid et Piddington qui, eux, ne s'occupaient guère de théories, mais de faits. Espy contre Redfield voulait absolument que l'air, dans les tempêtes et les tornados, marchât en ligne droite vers le centre. Redfield soutenait que le mouvement, tel qu'il résultait des observations, était purement circulaire, et que le nom de *cyclone* s'appliquait à toutes les tempêtes [1].

---

[1] Redfield, ébranlé par l'aplomb du théoricien, a fini par admettre qu'il pouvait bien y avoir quelque chose de centripète dans les tempêtes.

» *Deuxième époque.* — Les météorologistes reconnaissent qu'Espy va trop loin. L'air tend bien à marcher directement vers le centre, mais il n'y peut réussir à cause de la rotation diurne du sol qui fait un tour en vingt-quatre heures au pôle, et qui ne tourne plus du tout à l'équateur. Sous cette influence l'air est dévié et décrit un arc de spirale qui n'atteindra la région centrale qu'après un quart de tour. De là la discussion de Meldrum contre Bridet, etc.; de là les étonnants diagrammes que les météorologistes ont osé proposer aux marins pour remplacer ceux de Reid, Redfield, Piddington et Bridet.

» *Troisième époque.* — On reconnaît que c'est aller trop loin que de soutenir que dans un cyclone le vent ne fait pas plus d'un quart de tour autour du centre; mais on déclare avec une certaine solennité que, s'il faut avouer que l'air exécute de nombreuses girations circulaires autour du centre, le seul aspect des flèches du vent sur les Cartes synoptiques prouve que l'air a pourtant quelque part une composante centripète sans laquelle, d'ailleurs, il ne pourrait alimenter l'immense colonne ascendante et aspirante des cyclones.

» *Quatrième époque.* — On commence déjà à reconnaître que les météorologistes vont trop loin en présentant cette petite déviation des flèches du vent au pourtour des cyclones, comme une preuve évidente de la convergence de l'air vers un centre d'aspiration. Cette déviation étant due, comme on vient de le voir, à une tout autre cause, il ne reste plus rien à l'appui de la théorie des tempêtes d'aspiration, des cyclones et des tornados ascendants et pompants.

» A aucune de ces époques les météorologistes n'ont remarqué que le mouvement de translation si frappant des trombes, tornados, typhons et cyclones est la négation la plus absolue de l'hypothèse sur laquelle ils ont édifié leur théorie des trombes, tornados, typhons et cyclones ascendants.

» Ici il faut rendre hommage à la sagacité de ceux qui ont su, au commencement de ce siècle, en se dégageant des idées reçues, en se laissant guider par les faits et les observations des marins, découvrir la vraie nature des tempêtes si profondément ignorée jusqu'à eux. Sans doute ces observations n'étaient pas assez précises pour faire reconnaître les petites déviations dont nous venons de parler, qui se produisent au ras du sol, et qu'on étudie sur les Cartes synoptiques. Mais, sauf ce détail parfaitement négligeable dans une première approximation, leurs conclusions subsistent.

» Oui, les tempêtes sont, comme ils nous l'ont appris, de vastes tourbillons à girations circulaires, tournant de droite à gauche sur l'hémi-

sphère nord, de gauche à droite sur l'hémisphère sud, et décrivant de vastes trajectoires d'une régularité presque géométrique disposées symétriquement par rapport à l'équateur.

» Voilà une des plus grandes découvertes que l'on ait jamais faites par la voie purement expérimentale. Ses auteurs s'étaient heureusement placés en dehors des idées préconçues qui régnaient alors dans la Science et qui auraient, à elles seules, rendu cette découverte impossible. Pour moi, je suis heureux d'avoir rencontré, dans l'étude des tourbillons du Soleil, le germe d'une théorie digne de s'appliquer après coup à ces lois grandioses, et d'avoir travaillé à délivrer la Science de notre époque d'un préjugé presque aussi vieux et encore plus tenace que celui de l'immobilité de la Terre. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'état du soufre et du phosphore dans les plantes, la terre et le terreau, et sur leur dosage;* par MM. **Berthelot** et **André**.

« En poursuivant nos études sur la formation des principes organiques dans les végétaux et sur l'origine des éléments constitutifs de ces principes, nous avons été conduits à étudier non seulement l'état du potassium et de l'azote, mais aussi celui des autres éléments essentiels. Nous nous proposons de présenter aujourd'hui nos observations sur le soufre et le phosphore, ainsi que sur le dosage de ces éléments dans les plantes, dans la terre et dans le terreau : question capitale pour la Physiologie végétale et pour l'Agriculture, notamment en ce qui touche la détermination et l'analyse des engrais complémentaires. Relativement à la chaux, nous nous bornerons à dire que l'acide chlorhydrique dilué et froid ne l'amène pas tout à fait en totalité à l'état soluble. Mais on y parvient sensiblement au moyen de l'action prolongée de l'acide azotique, du moins pour la terre analysée.

I. Soufre.

» Commençons par le soufre.

» Pour doser le soufre dans les produits agricoles, il est nécessaire de tenir compte des formes multiples sous lesquelles ce soufre peut y être renfermé. En effet, le soufre peut être contenu dans les plantes et dans les terres sous des formes diverses et utiles à connaître, au point de vue de son rôle physiologique comme de son dosage, à savoir :

» 1° Sous la forme de sulfates, directement précipitables à l'état de sulfate de baryte;

» 2° Sous la forme de composés éthérés, comparables aux éthylsulfates et aux glycérisulfates, scindables par hydratation sous l'influence prolongée des acides ou des alcalis étendus, ou bien par oxydation, en régénérant le soufre à l'état de sulfates;

» 3° Sous la forme de composés minéraux, tels que les sulfures, sulfites, hyposulfites, et sels divers des acides du soufre, transformables en sulfates par voie humide et à chaud, par l'action prolongée et énergique des agents oxydants, tels que l'acide azotique;

» 4° Sous la forme de composés organiques, tels que la taurine, la cystine, les acides sulfoconjugués (sulfonés), l'albumine; composés dont le soufre n'est pas transformable complètement en acide sulfurique par voie humide, du moins dans les conditions ordinaires.

» Or le soufre, nécessaire à la constitution des végétaux et qui doit leur être fourni, peut l'être sous les différentes formes qui précèdent.

» Indiquons d'abord la méthode que nous avons suivie pour obtenir le soufre total des plantes, terres et terreaux avec sécurité absolue; méthode qui s'applique également au dosage exact du phosphore, si difficile ou si délicat par les procédés ordinaires d'incinération. Cette méthode a été donnée par l'un de nous, il y a trente ans, et il paraît utile de la reproduire ici avec quelque détail. Elle consiste à brûler le produit (végétal, terre, etc.), (après l'avoir desséché préalablement à 100°), dans un courant d'oxygène et à diriger les vapeurs résultantes sur une longue colonne de carbonate de potasse ou de soude, pur et anhydre. On opère dans un tube de verre dur, à une température voisine du rouge, quoique insuffisante pour fondre le carbonate alcalin et même pour déterminer sa réaction au contact sur le verre du tube. Ce point est tout à fait essentiel [1].

» Quand le produit organique est brûlé complètement, on prolonge le courant d'oxygène encore quelque temps, en maintenant la température voisine du rouge, de façon à transformer en sulfates les sels alcalins sulfurés, formés tout d'abord. Cela fait, on laisse refroidir le tube, on en dissout le contenu dans une grande quantité d'eau, on acidule par l'acide chlorhydrique, on fait bouillir [2], puis on précipite par le chlorure de baryum

---

[1] On vérifie par une épreuve à blanc, sur le même lot de tubes, qu'il ne se produit pas de sulfate dans les conditions de l'analyse; certains échantillons de tubes étant susceptibles d'en fournir, et certains carbonates contenant des produits sulfurés.

[2] Si les cendres de la plante sont siliceuses, il convient d'évaporer à sec la liqueur acide; puis de reprendre par l'eau acidulée, avant de précipiter les sulfates.

le sulfate de baryte. On obtient ainsi le soufre total, avec plus de certitude que par toute autre méthode. Après séparation du sulfate de baryte, on peut séparer le phosphore à l'état de combinaison phosphomolybdique, transformable ultérieurement en phosphate ammoniaco-magnésien. La séparation du phosphore peut aussi être faite, du premier coup, sur un échantillon spécial, sans avoir séparé préalablement l'acide sulfurique : ce qui exige un moindre volume de liqueur.

» Ce procédé, fort simple à mettre en pratique, évite les pertes de soufre et de phosphore, auxquelles on est exposé dans les incinérations faites à l'air libre. Il donne lieu, d'ailleurs, à une oxydation totale, oxydation que l'acide azotique et les oxydants opérant par voie humide ne permettent pas de réaliser, même par une action très prolongée.

» Voici les résultats de nos expériences :

» 1° *Terre.* — Pour isoler autant que possible les sulfates préexistants, on a traité la terre par l'acide chlorhydrique au centième, en employant 500^{cc} de cet acide pour 100^{gr} de terre. Après digestion de vingt-quatre heures à froid, on a filtré, lavé par lixiviation avec une dose d'eau froide à peu près égale, et précipité la liqueur par le chlorure de baryum. Au bout de quarante-huit heures de repos, le précipité a été recueilli, chauffé au rouge et pesé. Il répondait, pour 1^{kg} de terre supposée sèche (à 100°), en soufre, à $0^{gr},182$.

» La même terre a été mise en digestion au sein d'un ballon, dans un excès d'acide azotique pur, à l'ébullition, pendant quinze heures, période après laquelle il ne se produit plus de dégagement sensible de vapeur nitreuse. Au bout de ce temps, on a étendu avec de l'eau et précipité le soufre oxydé sous la forme de sulfate de baryte, etc. On a obtenu ainsi, pour 1^{kg} sec, soufre : $0^{gr},212$.

» Ce chiffre est un peu plus fort que le précédent, mais fort inférieur au soufre total de la terre. En effet, cette terre étant brûlée dans un courant d'oxygène sec, et les vapeurs étant dirigées sur une colonne de carbonate de soude, etc., a fourni définitivement, pour 1^{kg} sec, soufre : $1^{gr},418$, c'est-à-dire près de sept fois autant que l'oxydation par voie humide, dans les conditions ci-dessus.

2° *Terreau.* — Préparé comme il a été dit dans ce Volume, page 912. On a obtenu :

Par l'acide chlorhydrique étendu à froid	$S = 0^{gr},947$
Par l'acide azotique pur et bouillant, quinze heures .	$S = 2^{gr},0213$
Par l'oxygène et le carbonate alcalin, au rouge	$S = 6^{gr},156$

» Ce terreau est quatre fois plus riche en soufre que la terre végétale ci-dessus.

» 3° *Plante.* — Mercuriale récoltée en octobre 1887 :

Premier échantillon. — Pour 1^{kg} sec (à 100°), par l'acide chlorhydrique étendu, à froid...................... S = 3^{gr},040
Par l'oxygène et le carbonate de soude, au rouge..... S = 10^{gr},768

» *Deuxième échantillon*, recueilli dans un autre endroit du terrain, où le sol était plus pauvre en azote et plus argileux :

Par l'acide chlorhydrique au $\frac{1}{100}$, à froid .... S = 2^{gr},834
Par l'acide azotique pur et bouillant (15^{h})........... S = 4^{gr},554
Par l'oxygène et le carbonate de soude, au rouge..... S = 6^{gr},584

» On voit par ces divers résultats que le soufre préexistant sous forme d'acide sulfurique, ou engagé dans des composés susceptibles de régénérer facilement cet acide, n'est, soit dans la terre ou dans le terreau, soit dans la plante, qu'une fraction du soufre total; et que l'acide azotique, même par une réaction prolongée avec l'acide pur et bouillant, ne fournit également qu'une fraction, plus forte à la vérité, du soufre total. Cette fraction, contrairement à ce que l'on aurait pu supposer, est moindre avec la terre (un septième environ), qu'avec le terreau (un tiers), et avec la plante (un tiers ou un peu plus). Il existe donc dans la terre, aussi bien que dans le terreau et dans la plante, des principes organiques sulfurés stables et que l'action de la chaleur rouge et de l'oxygène, avec le concours des alcalis, paraît seule permettre d'oxyder complètement.

II. Phosphore.

» Le phosphore peut exister dans nos produits agricoles :

» 1° Sous la forme de phosphates, les uns solubles dans l'eau, les autres insolubles dans l'eau, mais solubles dans les acides minéraux étendus et précipitables, par les artifices ordinaires de l'analyse, sous la forme de phosphate ammoniaco-magnésien;

» 2° Sous la forme de composés éthérés, comparables aux phosphoglycérates et à l'acide glucosophosphorique signalé autrefois par l'un de nous; ces composés étant scindables par hydratation sous l'influence prolongée des acides ou des alcalis étendus, et sous celle des agents oxydants, en régénérant le phosphore à l'état d'acide phosphorique;

» 3° Sous la forme de composés minéraux, de l'ordre des phosphures, phosphites et hypophosphites, etc., transformables en phosphates par voie

humide et à chaud, par l'action prolongée et énergique des agents oxydants, tels que l'acide azotique;

» 4° Sous la forme de composés organiques, de l'ordre de l'oxyde de triéthylphosphine, des combinaisons phénylphosphorées, de l'acide cérébrique, etc., composés très difficilement transformables en totalité par les oxydants en acide phosphorique, lorsqu'on se borne à la voie humide.

» Nous avons indiqué plus haut comment on peut, dans tous les cas, ramener le phosphore à l'état final d'acide phosphorique, en faisant intervenir, vers le rouge, l'oxygène et les carbonates alcalins. Voici nos expériences :

» 1° *Terre.* — La terre a été traitée à froid par l'acide chlorhydrique au centième, etc. On a séparé l'acide phosphorique par la méthode de l'acide molybdique, etc. On a obtenu finalement, pour 1^{kg} sec : $P = 0^{gr},134$.

» Une autre expérience, faite avec l'acide chlorhydrique au dixième. Pour 1^{kg} : $P = 0^{gr},420$.

» Cette expérience tend à établir dans la terre l'existence d'acides analogues aux acides éthylphosphoriques.

» L'oxydation par l'acide azotique pur et bouillant, pendant 15 heures, a fourni : $P = 0^{gr},603$.

» L'oxydation par l'oxygène, au rouge, avec le concours du carbonate de soude : $P = 0^{gr},641$.

» D'après ces nombres, le phosphore total dans la terre examinée n'a été obtenu dans l'analyse que par la destruction complète, au rouge, avec le concours de l'oxygène et du carbonate alcalin. Il est fort supérieur au phosphore de l'acide phosphorique préexistant. L'acide azotique, après 15 heures d'ébullition, n'avait pas complètement oxydé les composés phosphorés; cependant il n'était pas fort loin du but, et une action encore plus prolongée l'aurait peut-être atteint.

» Rappelons que cette terre renfermait, pour 1^{kg} (sec) :

$$Az = 1^{gr},71;\quad C \text{ organique} = 23^{gr},0;\quad KO = 8^{gr},92;$$
$$CaO = 33^{gr},2;\quad S = 1^{gr},418;\quad P = 0^{gr},641.$$

» 2° *Terreau.* — 1^{kg} (supposé sec) a fourni, par l'acide chlorhydrique faible et à froid, sous forme d'acide phosphorique : $P = 2^{gr},328$;

» Par l'acide azotique pur et bouillant, après 15 heures : $P = 3^{gr},085$;

» Par l'oxygène et le carbonate alcalin, au rouge : $P = 3^{gr},091$.

» Ce terreau est cinq fois aussi riche en phosphore que la terre ci-dessus. L'acide phosphorique y est particulièrement abondant. Enfin l'acide

azotique bouillant a fourni par voie humide la totalité du phosphore; mais ce résultat paraît exceptionnel. Rappelons ici que ce terreau renfermait, pour 1^{kg} (sec) :

$$\text{C organique} = 95^{gr},9; \quad Az = 8^{gr},553; \quad KO = 11^{gr},65; \quad CaO = 30^{gr},24;$$
$$S = 6^{gr},156; \quad P = 3^{gr},091.$$

» 3° *Plante.* — *Mercuriale :* Premier échantillon (le plus riche en soufre, $10^{gr},768$, *voir* plus haut).

» Par l'acide chlorhydrique au dixième, à froid (pour 1^{kg} sec): $P = 1^{gr},668$.

» Par l'oxygène et le carbonate de soude, au rouge : $P = 2^{gr},812$.

» Deuxième échantillon (le plus pauvre en soufre : $6^{gr},584$). Par l'acide chlorhydrique au centième, à froid : $P = 2^{gr},965$.

» Par l'acide azotique pur bouillant, 15 heures : $P = 4^{gr},154$.

» Par l'oxygène et le carbonate de soude, au rouge : $P = 5^{gr},440$.

» La richesse relative de la plante en phosphore dépend sans doute de l'âge plus ou moins avancé de ses tissus. Le dernier échantillon est près de deux fois aussi riche que le terreau ; neuf fois autant que la terre. La dose relative d'acide phosphorique préexistant est plus forte que dans la terre, mais comparable à celle du terreau.

» En somme, cette plante renfermait, pour 1^{kg} sec :

$$Az = 19^{gr},35; \quad KO = 27^{gr},9; \quad CaO = 34^{gr},68;$$
$$S = 6^{gr},584; \quad P = 5^{gr},440.$$

» On voit, par ces expériences, que le soufre et le phosphore, aussi bien que l'azote, existent dans la terre, le terreau et les plantes, sous des formes multiples; que ces éléments ne peuvent être dosés avec sécurité que par une destruction totale, opérée au rouge; enfin comment on y réussit, en évitant toute déperdition résultant de la volatilisation de leurs combinaisons. »

CHIMIE. — *Influence du rapprochement moléculaire sur l'équilibre chimique de systèmes gazeux homogènes.* Note de MM. SARRAU et VIEILLE.

« Un grand nombre de produits organiques explosifs ne renferment pas assez d'oxygène pour assurer la combustion complète de leurs éléments. La réaction de décomposition donne alors lieu, dans un grand

nombre de cas, à un équilibre entre des produits exclusivement gazeux, les uns complètement oxydés, tels que l'acide carbonique et la vapeur d'eau; les autres, inoxydés ou partiellement oxydés, tels que l'hydrogène, l'azote, le formène et l'oxyde de carbone.

» L'expérience montre que cet équilibre final se modifie lorsqu'on augmente progressivement le poids de l'explosif placé dans un même volume, de façon à soumettre les produits de la décomposition à des pressions croissantes et différant entre elles de plusieurs milliers d'atmosphères.

» Deux réactions principales régissent la transformation progressive de l'équilibre. Elles concourent toutes deux à diminuer le taux d'oxyde de carbone du mélange et augmenter celui de l'acide carbonique.

» La première réaction transforme l'oxyde de carbone en acide carbonique, aux dépens de la vapeur d'eau dont l'hydrogène devient libre,

$$CO + HO = CO^2 + H.$$

» La deuxième se manifeste lorsque la première réaction a déjà suffisamment diminué le taux de vapeur d'eau et enrichi le mélange en hydrogène libre, ou lorsque le produit explosif est assez peu oxygéné par luimême pour ne fournir la vapeur d'eau qu'en faible quantité.

» Elle consiste dans la production du formène

$$2CO + H^2 = CO^2 + CH^2.$$

» La première réaction a un très grand degré de généralité. Elle a été observée par Noble et Abel dans la décomposition de la poudre noire sous des pressions croissantes. Nous l'avons signalée dans la décomposition des picrates et du coton-poudre et nous en avons étudié le développement, pour ce dernier explosif, dans des limites très étendues.

» Nous rappelons, dans le Tableau suivant, les formules de décomposition qui représentent, d'une façon très approchée, les résultats de nos analyses et montrent le mécanisme de cette réaction :

Densité des gaz.	$C^{48}H^{29}Az^{11}O^{84} =$	Taux de formène en volume.
gr		
0,010	$33CO + 15CO^2 + 8H + 11Az + 21HO$	0
0,023	$30CO + 18CO^2 + 11H + 11Az + 18HO$	0
0,200	$27CO + 21CO^2 + 14H + 11Az + 15HO$	0,006
0,300	$26CO + 22CO^2 + 15H + 11Az + 14HO$	0,016

» La température de l'équilibre final est de 3000° environ et les pressions ont varié de 100^{atm} à 4000^{atm}.

» La deuxième réaction signalée plus haut, inappréciable dans les deux premières conditions d'expérience, apparaît déjà, dans les deux dernières, par la production de 0,6 et 1,6 centième de formène en volume.

» Cette réaction ne devient importante, pour les limites de pression dans lesquelles nous avons opéré, que dans la décomposition de matières moins riches en oxygène que le coton-poudre. C'est ainsi que nous avons vu le taux de formène croître rapidement avec la pression dans la décomposition des celluloses de nitrification inférieure, des picrates et de l'acide picrique. Pour ce dernier corps, la réaction est des plus nettes, comme l'indiquent les formules suivantes, qui représentent très exactement nos expériences :

Densité des gaz.	$8C^{12}H^3(AzO^4)^3O^2 =$
gr 0,10...............	$11CO^2 + 84CO + 24Az + CH^2 + 16H + 6HO$
0,30...............	$20CO^2 + 69CO + 24Az + 7CH^2 + 7H + 3HO$
0,50...............	$25CO^2 + 61CO + 24Az + 9\frac{1}{2}CH^2 + 4H + HO + \frac{1}{2}C$

» Si l'on compare les modes de décomposition extrêmes, on voit que $5^{éq}$ seulement d'oxyde de carbone ont été transformés en acide carbonique, aux dépens de la vapeur d'eau, et que $18^{éq}$ de ce même gaz ont disparu par le fait de la deuxième réaction. Il convient d'ailleurs de remarquer que ces modes de décomposition se produisent avec des pressions, très différentes, de 1000^{atm} et 7500^{atm}. Les réactions dont dépend l'abaissement du taux de l'oxyde de carbone sont exothermiques : la première dégage peu de chaleur, 5^{Cal} environ par équivalent d'oxyde de carbone transformé en acide carbonique; elle ne modifie pas, d'autre part, le volume des gaz produits, l'eau étant considérée comme gazeuse. La deuxième réaction réduit à moitié le volume gazeux sur lequel elle s'opère : la chaleur dégagée est considérable et atteint $30^{Cal},5$ par équivalent d'acide carbonique formé.

» Par l'une et l'autre réaction, la transformation de l'équilibre tend donc vers le dégagement de chaleur maximum.

» Enfin, les deux réactions concourent à faire croître la pression dans un rapport plus grand que celui des charges. Ce fait, évident pour la première de ces réactions, se vérifie par un calcul facile pour la seconde. »

PALÉONTOLOGIE. — *Découverte d'une Tortue gigantesque par M. le Dr* Donnezan [1]. Note de M. **Albert Gaudry.**

« J'ai l'honneur d'annoncer à l'Académie la découverte d'une Tortue gigantesque dans le pliocène moyen de Perpignan. Les grands travaux de terrassements qu'a nécessités la construction du nouveau fort du Serrat ont mis à jour de nombreux fossiles.

» Grâce aux officiers du Génie et à M. le Dr Donnezan, ces témoins de l'histoire ancienne de notre pays n'ont pas été perdus. M. Donnezan, président de la Société des médecins et pharmaciens des Pyrénées-Orientales, n'est pas seulement un habile praticien, c'est aussi un zélé paléontologiste. L'année dernière, il a bien voulu, avec M. le Dr Depéret, me conduire au fort du Serrat et me montrer les intéressants Vertébrés qu'il y a découverts. C'est à lui qu'on doit la conservation de la curieuse Tortue dont j'ai à entretenir l'Académie. L'animal a été enfoui tout entier. La carapace a $1^m, 20$ de long. Elle était entourée et remplie par une roche très dure ; ce n'est qu'à force de coups de marteau et de ciseau qu'on a pu l'isoler. Elle était brisée en une foule de morceaux; M. Donnezan les a réunis les uns aux autres au moyen de fortes agrafes de fer, comme le font les raccommodeurs de porcelaine pour fixer les morceaux d'un vase cassé. Il a ainsi posé un millier d'agrafes nécessitant chacune deux perforations des plaques dures et épaisses de la carapace; en outre, il a mis des cercles de fer pour donner plus de solidité à l'ensemble. Et, après qu'il a accompli ce long travail, il nous a généreusement offert son fossile pour le Muséum de Paris. Mon savant aide-naturaliste, M. le Dr Fischer, est parti à Perpignan pour le recevoir; il était accompagné de M. Stahl, chef de l'atelier de moulage du Muséum. La Tortue est arrivée à Paris en bon état. Le plaisir de la décrire doit appartenir à M. Donnezan et à son ami M. Depéret, chargé de Cours à la Faculté des Sciences de Marseille, qui a déjà fait d'importantes recherches sur les fossiles du Roussillon. J'ai l'honneur de présenter en leur nom une première Note, où ils décrivent la Tortue de Perpignan sous le titre de *Testudo perpiniana*.

» Cette Tortue dépasse notablement les plus grandes *Testudo* actuelles; elle égale la *Testudo Grandidieri*, espèce sub-fossile que notre Confrère,

---

(1) Voir plus loin, p. 1275.

M. Grandidier, a rapportée de Madagascar et dont on voit des spécimens dans notre nouvelle galerie de Paléontologie.

» Lors des fouilles que j'ai faites, il y a une vingtaine d'années, dans le mont Léberon, j'ai découvert une *Testudo* aussi gigantesque que celle de Perpignan. Elle était suspendue en haut d'un ravin élevé; j'avais fait exécuter de grands travaux pour la dégager; mais, moins heureux ou plutôt moins habile que M. Donnezan, au moment où je voulus l'enlever, je la vis se briser et se précipiter au bas des escarpements; les morceaux que j'en ai rapportés étaient trop incomplets pour que j'aie osé la déterminer spécifiquement. Il n'y avait d'ailleurs rien d'extraordinaire à trouver une *Testudo* gigantesque dans un terrain formé à une époque où le *Dinotherium* et l'*Helladotherium* habitaient notre pays et où l'Asie nourrissait le *Colossochelys*. Mais il est important, pour l'étude des temps glaciaires, d'apprendre qu'il y avait dans notre pays, à la fin de l'âge du pliocène moyen, une Tortue énorme: cela confirme l'idée qu'à cet âge le climat de la France était encore chaud.

» Ce qui rend surtout la *Testudo perpiniana* intéressante, c'est que nous avons sa tête, une partie de son cou et ses quatre membres, de sorte qu'on pourra la disposer à peu près comme on ferait pour le squelette d'une Tortue actuelle. Grâce à l'habile direction de M. Fischer et au talent bien connu de M. Stahl, je pense qu'ainsi remontée elle deviendra une des pièces les plus curieuses de notre nouvelle galerie. Si dès à présent quelques-uns de nos Confrères venaient la visiter à l'atelier de moulage du Muséum, ils ne verraient pas sans étonnement l'importance du travail auquel M. Donnezan a dû se livrer pour la mettre dans l'état où elle est actuellement et du travail qui reste à accomplir pour la restaurer aussi parfaitement que possible. La passion que les créatures des âges passés inspirent aux paléontologistes est accrue par les difficultés qu'ils rencontrent pour arriver à pouvoir se les représenter dans l'état de vie. »

HYDRAULIQUE. — *Expériences sur une nouvelle machine hydraulique employée à faire des irrigations*. Note de M. A. de Caligny.

« J'ai construit chez moi, à Flottemanville près de Valognes (Manche), un appareil à élever l'eau au moyen d'une chute motrice, que j'ai décrit dans une Note présentée à l'Académie, le 18 décembre 1882. (Voir page 1257 et suivantes; voir aussi les pages 962 et 963 du second Volume de mon Ou-

vrage intitulé : *Recherches théoriques et expérimentales sur les oscillations de l'eau et les machines hydrauliques à colonnes liquides oscillantes.*)

» J'ai dernièrement fait des études nouvelles sur ce système, que j'avais d'abord tenu à faire construire d'une manière on ne peut plus rustique, par un charpentier de village. Ayant reconnu qu'il fallait changer, au moins tous les ans, un manchon de cuir flexible qui rattachait le sommet d'un tube automobile au tuyau fixe d'ascension, j'ai remplacé ce tube mobile par une soupape annulaire métallique à double siège, dite *de Cornwall.*

» Je ne pouvais d'ailleurs, dans les circonstances où je me trouvais, employer que des tuyaux très peu résistants et d'un petit diamètre, sans me proposer de faire des études sur le rendement; dans ces mauvaises conditions, je n'élevais donc l'eau qu'à des hauteurs de 5^m à 6^m au-dessus du niveau du bief d'amont. Or, j'avais besoin de la conduire beaucoup plus haut, pour faire des irrigations et entretenir d'eau de rivière un abreuvoir dans une pièce de terre plus élevée. J'ai donc modifié l'appareil en le rendant, il est vrai, moins simple.

» Le sommet d'un ancien tube d'ascension est aujourd'hui alternativement bouché par une soupape à air, qui se ferme pendant que la colonne liquide monte dans ce tube, et s'ouvre aussi d'elle-même pendant que cette colonne redescend par l'oscillation en retour. L'air est comprimé très graduellement, *sans aucun changement brusque*. Quand la compression est suffisante pour soulever l'eau à la hauteur à laquelle on veut qu'elle se verse, une soupape s'ouvre de bas en haut et une colonne liquide, contenue dans un tuyau vertical, acquiert de la vitesse. Le mouvement y continue de bas en haut, même un certain temps après que la colonne d'air s'est détendue par un mouvement de retour, de sorte que sa pression ne soit plus aussi forte que le poids de cette colonne liquide. L'appareil fonctionne de lui-même indéfiniment, comme pour la première construction qui permettait d'élever de l'eau, il est vrai moins haut, au sommet d'un tube d'ascension, quoique l'air ne fût pas alors alternativement comprimé et que ce sommet fût ouvert constamment.

» Dans le bélier hydraulique on emploie aussi l'air comprimé, mais d'une manière très différente. L'eau arrive dans une cloche d'air *comprimé d'avance* et qui refoule l'eau dans un tuyau de conduite jusqu'au lieu où elle doit être recueillie.

» Montgolfier avait essayé de faire arriver alternativement l'eau dans un réservoir d'air *non comprimé d'avance;* mais, à cause de l'inertie de l'eau contenue dans le tuyau de conduite partant de cette cloche d'air pour ame-

ner l'eau à sa destination, la force vive de la colonne liquide du corps de bélier n'avait pas le temps de produire l'effet voulu avant d'être refoulée en arrière.

» Ici le cas est très différent : le tube d'ascension est entièrement vertical; il est soutenu par un arbre, au sommet duquel il verse de l'eau, reçue ensuite latéralement dans un tuyau de conduite qui l'amène à de grandes distances, sans qu'on ait à s'occuper, pour le jeu de la machine, de l'inertie de la colonne liquide qu'il contient.

» Il faut seulement, bien entendu, tenir compte du frottement de ce tuyau de conduite, ce qui oblige à faire monter l'eau plus haut que si le versement devait être utilisé immédiatement au sommet du tube vertical. On élève l'eau à une hauteur de $9^{m},45$ au-dessus du niveau du bief d'amont, avec une chute normale de $2^{m},40$. On peut d'ailleurs, quand on veut, élever de l'eau à la même hauteur, en réduisant beaucoup cette chute motrice. Elle a été réduite à $1^{m},8$ et même au-dessous.

» Dans le bélier hydraulique, il y a une percussion brusque de la colonne liquide du corps de bélier contre de l'air *comprimé d'avance*, et, de plus, les *sections transversales sont alternativement bouchées*. L'emploi des tubes mobiles ou des soupapes de Cornwall *ne fermant jamais les sections transversales* et fonctionnant au moyen d'un principe nouveau de succion des liquides en mouvement change complètement les principes de ce genre d'appareils.

» La modification, objet de cette Note, est, ainsi que je l'ai annoncé, moins simple que celle dont on s'était contenté d'abord dans cette localité; mais elle permet d'élever l'eau beaucoup plus haut et diminue le chemin parcouru par les résistances passives. Je la signale, parce qu'elle a aussi ses avantages. Comme elle évite des changements brusques de vitesses, elle peut encore être comprise dans la classe des appareils de mon invention, que M. le général Poncelet m'avait conseillé de nommer *antibéliers*. »

CHIMIE. — *A quels degrés d'oxydation se trouvent le chrome et le manganèse dans leurs composés fluorescents?* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« Dans l'espoir de contribuer à résoudre cette question, j'ai fait d'assez nombreux essais dont je vais décrire les principaux, me bornant pour le présent à l'exposé des faits observés.

» Il m'a paru surtout intéressant de comparer les matières préparées au contact de l'air avec celles obtenues dans une atmosphère d'hydrogène.

» *Alumine et chrome.* — De l'alumine hydratée, intimement mélangée (précipitation simultanée par AzH^3) avec un ou deux centièmes d'oxyde de chrome, étant séchée dans un courant d'hydrogène, puis fortement calcinée (toujours dans H), fournit une matière qui est rose, quoique de teinte ordinairement plus violette que celle qu'on obtient en opérant au contact de l'air. Ces deux alumines chromées donnent la belle fluorescence rouge.

» Si, au lieu de porter assez rapidement les essais à la chaleur blanche, on élève graduellement la température, on observe les effets suivants.

» Après calcination dans l'air, au rouge sombre ou à la fusion de l'argent, l'alumine chromée est d'une couleur variant du vert presque pur au vert olivâtre; elle se dissout à chaud dans l'acide sulfurique légèrement aqueux et dans la potasse très concentrée. En faisant cette dernière opération dans une atmosphère d'hydrogène, on constate que la matière contient de l'acide chromique. Comme l'alumine provenait d'un alun ammoniacal purifié par cristallisations répétées, il se pourrait que, malgré les lavages, elle eût encore contenu de faibles traces de potasse. Il faudra donc répéter l'expérience avec de l'alumine tout à fait exempte d'alcali (1) et même de chaux (2).

---

(1) Les aluns de AzH^3 du commerce contiennent presque toujours de la potasse. Quand la proportion d'alcali est notable, la masse chromifère, calcinée à l'air même assez violemment, est jaune et cède à l'eau du chromate de K; elle retient cependant du chrome, car elle fluoresce en rouge. Avec une quantité moindre, mais encore sensible de potasse, la matière n'est jaune que pour une calcination modérée; chauffée plus fort, elle devient d'un rose qui est plus pâle qu'en l'absence totale de potasse.

(2) Du carbonate de chaux, intimement mélangé (précipitation simultanée) avec deux centièmes de Cr^2O^3 et violemment calciné à l'air, donne une masse d'un vert pâle. Le même CaO, CO^2 chromifère, calciné dans l'hydrogène, fournit une matière presque absolument blanche. Avec 8 à 10 parties de Cr^2O^3 pour 100 de CaO, CO^2, on obtient au contact de l'air une matière d'un vert assez foncé, laquelle se dissout dans l'acide azotique étendu en une liqueur jaune qui précipite abondamment par le nitrate mercureux (acide chromique). Après calcination dans l'hydrogène, la même matière est d'un vert très pâle, presque blanc. Enfin, avec 50 parties de Cr^2O^3 pour 100 de CaO, CO^2, on obtient, par calcination dans l'air, une masse frittée, noire, à poussière verte, se comportant avec les réactifs comme riche en chromate de chaux. Après calcination dans l'hydrogène, la même substance est vert pâle.

» L'alumine chromifère verte donne à peine une trace de fluorescence rouge.

» Après calcination au rouge sombre dans l'hydrogène, on obtient une matière d'un brun foncé, presque noir, laquelle se dissout difficilement dans l'acide sulfurique légèrement étendu et chaud; du moins, reste-t-il alors un dépôt brun riche en chrome. La potasse concentrée et bouillante attaque aussi cette matière brune difficilement ou d'une manière incomplète; il ne se produit pas alors de chromate alcalin (dans une atmosphère d'hydrogène).

» Par calcination dans l'hydrogène au rouge vif, la couleur s'éclaircit un peu et passe généralement au verdâtre sale; enfin, après application de la chaleur blanche, l'alumine chromifère possède une couleur variant du rose un peu violet au violet. La différence de couleur entre les produits obtenus à l'air ou dans l'hydrogène à haute température est parfois presque nulle et varie avec les alumines employées, ce qui permet de supposer dans celles-ci la présence de quelques traces de matières étrangères.

» Les alumines chromifères violettes donnent la belle fluorescence rouge.

» Les colorations brune et violette ne peuvent guère dépendre des impuretés de l'hydrogène, car elles se produisent avec l'alumine chromifère placée dans le creuset à côté d'alumine identiquement préparée, mais exempte de chrome; cette alumine pure reste toujours blanche.

» J'ai aussi calciné la même alumine chromifère ([1]) graduellement jusqu'à une forte chaleur blanche, dans un creuset traversé par un courant d'hydrogène et contenant des fragments de charbon de bois. Le produit est d'un violet foncé, presque noir, et fluoresce en rouge.

» Si, au lieu de un ou deux centièmes de Cr^2O^3 dans l'alumine, on en met beaucoup plus, il arrive qu'au delà d'une certaine teneur en chrome la couleur rouge ne se produit ni à l'air ni dans l'hydrogène, même après une violente calcination.

» Ainsi, avec Al^2O^3 100 et Cr^2O^3 75, la masse, fortement calcinée dans l'air, est d'un vert foncé. Dans l'hydrogène, on obtient du vert légèrement plus sombre. Ces matières ne fluorescent pas.

» Avec Al^2O^3 100 et Cr^2O^3 38; dans l'air, vert plus clair qu'avec 75 Cr^2O^3; dans l'hydrogène, noir-verdâtre. Pas de fluorescences.

([1]) Devenant violette dans l'hydrogène, à haute température.

Avec Al^2O^3 100 et Cr^2O^3 19, la matière, calcinée dans l'air, est d'un gris foncé, légèrement rougeâtre. Dans l'hydrogène, on obtient un gris un peu plus sombre avec reflets un peu plus violets. Pas de fluorescences.

» La coloration rose s'accentue ensuite à mesure que s'abaisse la teneur en chrome; ainsi, avec Al^2O^3 100 et Cr^2O^3 4,5 on a, après forte calcination dans l'air, une couleur rouge comparable à celle des rubis, mais encore plus foncée. On constate à peine une trace de fluorescence rouge.

» *Galline et chrome.* — De la galline contenant un à deux centièmes de Cr^2O^3 fut dissoute dans SH^2O^4; on évapora et l'on calcina fortement dans l'hydrogène (¹). La matière, d'un vert très pâle, donne une belle fluorescence rouge.

» Les mêmes gallines chromifères, fortement calcinées au contact de l'air, sont d'un vert notablement plus intense que celui des matières préparées dans l'hydrogène. On n'a pas observé de différence bien sensible entre les fluorescences des deux genres de produits.

» De la galline contenant cinq centièmes de Cr^2O^3, et calcinée à l'air vers la fusion de l'argent, est verte; après exposition à la chaleur blanche (²), la couleur est encore verte et légèrement plus prononcée.

» Le même CaO, CO^2 chromifère, calciné dans l'hydrogène, fournit une matière presque absolument blanche, qui ne donne pas trace de fluorescence verte : à peine s'éclaire-t-elle en jaunâtre comme lorsque la chaux contient de très faibles traces de manganèse. On ne voit pas se développer les fluorescences violette et rose propres à la chaux *presque* pure calcinée dans l'air; il est donc assez présumable que les fluorescences violette et rose de la chaux sont dues à des traces de corps étrangers.

» Avec 8 à 10 parties de Cr^2O^3 pour 100 de CaO, CO^2, on obtient, au contact de l'air, une matière d'un vert assez foncé, laquelle fluoresce en beau vert, mais toujours à spectre continu avec maximum d'intensité dans le vert. Cette matière se dissout dans l'acide azotique étendu. La liqueur, qui est jaune, précipite abondamment en rouge par le nitrate mercureux (acide chromique). Après calcination dans l'hydrogène, la masse est d'un vert très pâle, presque blanc, et ne donne qu'une assez faible fluorescence jaunâtre.

(¹) L'opération réussit dans un creuset de porcelaine; la galline ne paraît pas alors se réduire à l'état métallique; mais, dans un creuset de platine, il y a sans doute réduction, car le vase est bientôt percé.

(²) Au contact de l'air, on peut se servir d'un creuset de platine.

» Avec 45 à 50 parties de Cr^2O^3 pour 100 de CaO, CO^2, la matière, calcinée dans l'air, est frittée, noire, à poussière vert foncé ; elle se comporte avec les réactifs comme étant riche en chromate de chaux. Dans l'hydrogène, on a une masse d'un vert pâle, non frittée.

» *Magnésie et chrome.* — La magnésie *presque* pure que j'ai employée, étant fortement calcinée à l'air, fluoresce un peu dans le vide. Aux premiers instants, la lumière émise est d'un violet pâle, puis il y a mélange de ce violet et de rougeâtre. Ainsi que je l'ai déjà annoncé (1), l'introduction de 1 ou 2 centièmes de Cr^2O^3 dans cette magnésie lui donne la faculté de fluorescer en un beau rouge tout différent du rougeâtre de la MgO seule. La calcination dans l'hydrogène accentue encore l'action spécifique du chrome, car alors la magnésie seule ne donne qu'un violet lilas, tandis que, additionnée de Cr^2O^3 (2), elle fournit un rouge magnifique, encore plus beau que celui qu'on obtient en opérant dans l'air.

» *Alumine, potasse et manganèse.* — De l'alumine (bien exempte de chrome) fut additionnée de quelques centièmes de potasse et de $\frac{1}{200}$ MnO. On sulfata et l'on calcina fortement dans l'hydrogène. Le produit, qui est très blanc, donne une superbe fluorescence verte.

» La même alumine potassifère et manganésifère, semblablement traitée, mais au contact de l'air, fournit une masse presque blanche (ayant seulement une légère pointe de jaunâtre), laquelle produit une fluorescence verte (déjà décrite), très belle, quoique un peu moins brillante que celle de la préparation faite dans l'hydrogène.

» L'expérience, répétée avec d'autres proportions de MnO, conduit à des résultats analogues.

» *Chaux et manganèse.* — Du carbonate de chaux, contenant 2 centièmes de MnO, fut fortement calciné dans l'hydrogène. On obtint une masse blanche fournissant une fluorescence jaune orangé exceptionnellement éclatante.

» Le même CaO, CO^2 manganésifère, calciné au contact de l'air, se transforme en une matière couleur café au lait dont la fluorescence jaune orangé (déjà décrite) est fort belle, quoique très notablement moins brillante que celle du produit obtenu dans l'hydrogène.

» Avec 5 à 6 centièmes de MnO, résultats analogues.

---

(1) *Comptes rendus,* 6 décembre 1886, p. 1107.

(2) Cette MgO chromifère est d'un blanc verdâtre.

» Avec 15 à 20 centièmes de MnO dans le CaO, CO^2, les matières calcinées dans l'hydrogène (¹) sont d'un blanc jaunâtre ; calcinées dans l'air, elles sont brun noir ; j'y ai trouvé un peu moins d'oxygène qu'il ne le faudrait pour que tout le manganèse fût à l'état de bioxyde MnO^2. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondauce :

1° Le 2ᵉ fascicule des « Études expérimentales et cliniques sur la tuberculose », publiées sous la direction de M. le Professeur *Verneuil*.

2° Une Notice nécrologique sur Francisque Fontannes ; par M. *H. Douvillé*.

3° Une brochure de M. *Sanna Solaro*, intitulée : « Recherches sur la cause des tremblements de terre ». (Présentée par M. Mascart et renvoyée à la Commission des tremblements de terre.)

ASTRONOMIE. — *Éléments et éphéméride de la planète* (270) *Anahita*. Note de M. **E. Viennet**, présentée par M. Mouchez.

« Nous avons publié récemment, dans les *Comptes rendus* (²), des éléments provisoires de la planète (270). L'éphéméride déduite de ces éléments nous a permis de comparer toutes les observations faites jusqu'au 16 novembre, et nous avons pu ainsi former les six lieux normaux suivants :

1887.			Æ.	D.		
			h m s	° ′ ″		
I.	Octobre	12,5....	1.13.19,83	+11.59.13,7	Observations	du 11 au 13 oct.
II.	»	15,5....	1.10.28,73	+11.37.43,7	»	du 14 au 16 »
III.	»	18,5....	1. 7.41,80	+11.15.52,4	»	du 17 au 19 »
IV.	»	21,5....	1. 5. 1,53	+10.54. 4,4	»	du 20 au 23 »
V.	»	27,0....	1. 0.34,39	+10.15.24,7	»	du 26 au 27 »
VI.	Novembre	16,5....	0.51.25,15	+ 8.28.51,2	»	du 13 au 16 nov.

(¹) L'hydrogène n'était pas parfaitement sec.

(²) *Comptes rendus*, séance du 21 novembre 1887, t. CV, p. 1002.

» Au moyen des lieux normaux I, V et VI, nous avons déterminé les nouveaux éléments ci-après :

Époque.......... T = 1887 octobre 27,0, temps moyen de Paris.

Anomalie moyenne.............	M = 40°. 3′.54″,3	
Longitude du périhélie.........	π = 333. 3.28,0	Équinoxe et écliptique moyens, 1887,0.
» du nœud ascendant...	☊ = 254.27.15,7	
Inclinaison....................	i = 2.21.29,8	
Excentricité $e = \sin\varphi$..........	φ = 8.33. 5,0	
Moyen mouvement diurne.......	μ = 1089″,80	
Log. demi grand axe...........	a = 0,3417726.	

» La comparaison des lieux normaux avec les positions déduites de ces éléments laisse subsister les écarts suivants, donnés dans le sens observation — calcul :

			$\cos\delta\, d\alpha$.	$d\delta$.
I.	Octobre	12,5........	−0″,3	−0″,1
II.	»	15,5........	+0,7	+1,9
III.	»	18,5........	+1,9	+1,2
IV.	»	21,5........	−1,6	−0,6
V.	»	27,5........	0,0	−0,1
VI.	Novembre	16,5........	0,0	+0,1

» A l'aide de ces nouveaux éléments, nous avons calculé une éphéméride qui permettra d'observer la planète jusqu'à la fin de l'opposition actuelle.

Éphéméride.

Les positions sont rapportées à l'équinoxe vrai de la date.

12h T.M. de Paris.		Æ.	D.	log Δ.	log r.
1887. Décembre	24.........	1h. 9m.26s	+ 8°.57′,3	0,1914	0,3142
»	25.........	1.10.25	+ 9. 1,5		
»	26.........	1.11.25	+ 9. 5,8		
»	27.........	1.12.26	+ 9.10,3		
»	28.........	1.13.28	+ 9.14,9	0,2055	0,3156
»	29.........	1.14.32	+ 9.19,6		
»	30.........	1.15.36	+ 9.24,5		
»	31.........	1.16.42	+ 9.29,4		
1888. Janvier	1.........	1.17.49	+ 9.34,5	0,2193	0,3170
»	2.........	1.18.57	+ 9.39,7		
»	3.........	1.20. 6	+ 9.45,0		
»	4.........	1.21.16	+ 9.50,4		
»	5.........	1.22.27	+ 9.55,9	0,2328	0,3184

12h T. M. de Paris.	Æ.	D.	log Δ.	log r.
	h m s	° ′		
1888. Janvier 6..........	1.23.39	+10. 1,5		
» 7..........	1.24.52	+10. 7,2		
» 8..........	1.26. 5	+10.13,0		
» 9..........	1.27.20	+10.18,9	0,2461	0,3198
» 10..........	1.28.36	+10.24,9		
» 11..........	1.29.53	+10.31,0		
» 12..........	1.31.10	+10.37,1		
» 13..........	1.32.29	+10.43,4	0,2590	0,3213

» La grandeur de la planète doit être de 11-12 environ. »

ASTRONOMIE. — *Sur la valeur de la parallaxe du Soleil, déduite des observations des Missions brésiliennes, à l'occasion du passage de Vénus sur le Soleil, en* 1882. Note de M. **Cruls**, présentée par M. Faye.

« L'ensemble des différents Rapports des Missions brésiliennes chargées, en 1882, de l'observation du passage de Vénus est presque entièrement imprimé, et j'espère pouvoir bientôt en offrir un exemplaire à l'Académie. Pour le moment, je me bornerai à indiquer les principaux résultats auxquels m'a conduit la discussion des éléments fournis par les observations, ainsi que la valeur de la parallaxe solaire que j'en ai déduite.

» Voici d'abord les coordonnées des observatoires des trois Missions :

	S. Thomaz (Antilles).	Olinda (Brésil).	Punta-Arenas (Détr. de Magellan).
Long. W. de Paris..	4h29m4s,88	2h28m45s,27	4h52m57s,09
Latitude..........	18°21′3″,2 N.	8° 1′ 9″,7 S.	53°10′ 3″,4 S.
Chef de Mission....	baron de Teffé.	J. d'O. Lacaille.	L. Cruls.

» Les longitudes de ces trois stations peuvent être considérées comme étant connues avec une exactitude plus que suffisante pour permettre l'application de la méthode des équations de condition. En effet, à S. Thomaz et à Olinda, la position des observatoires a été reliée aux points dont les coordonnées ont été antérieurement déterminées par la Mission du Bureau géodésique de Washington, les longitudes étant obtenues à l'aide du télégraphe.

» Quant à la longitude de Punta-Arenas, on pourra s'assurer par ma Note, insérée dans le n° 6 du 7 février 1887 des *Comptes rendus*, qu'elle a été déduite de diverses déterminations, telles que transports chronomé-

triques, culminations lunaires et occultations, offrant toutes garanties d'exactitude.

» Outre les équatoriaux, ayant chacun $0^m,160$ d'ouverture, et avec lesquels observaient les chefs de Mission, on s'est servi, à S. Thomaz, de deux lunettes astronomiques de $0^m,115$ et $0^m,105$ d'ouverture, et, à Olinda, d'une lunette de $0^m,115$, avec lesquelles observaient MM. Calheiros da Graça, Indio Brazil et Louzada.

» Ainsi qu'il résulte des travaux de MM. C. Wolf et C. André, l'observation d'un contact paraît entachée d'une erreur qui varie en raison inverse de l'ouverture de la lunette employée, abstraction faite de l'influence physiologique provenant de la lumière très vive que l'œil reçoit du disque du Soleil, influence d'ailleurs difficile à estimer dans l'observation directe, comme le déclarent ces mêmes expérimentateurs, mais que je ne crois pas exister, lorsque l'observation, ainsi qu'elle a été exécutée par les Missions brésiliennes, se fait par projection, en ayant soin de donner à l'image du Soleil un diamètre suffisant pour réduire son éclat.

» Afin donc de pouvoir utiliser les contacts internes observés par tous les observateurs, munis d'instruments de diverses ouvertures, j'ai donné aux instants notés des poids proportionnels au carré des diamètres des objectifs, et j'ai obtenu ainsi les heures suivantes, exprimées en temps moyen local :

	S. Thomaz.	Olinda.	Punta-Arenas.
1er contact interne (5 déc.)...	»	»	$21^h 30^m 50^s$
2e contact interne (6 déc.)....	$3^h 27^m 34^s$	$5^h 28^m 35^s$	$3^h\ 9^m 57^s$

» Adoptant pour valeur provisoire $\pi = 8'',848$, et faisant usage des notations habituelles, les contacts m'ont fourni les quatre équations suivantes :

$$2,537\,d\pi - 0,814\,d(\alpha - A) + 0,471\,d(\delta - D) - d(R - r) + 7'',276 = 0,$$
$$2,315\,d\pi - 0,822\,d(\alpha - A) + 0,455\,d(\delta - D) - d(R - r) + 7'',297 = 0,$$
$$0,761\,d\pi - 0,496\,d(\alpha - A) - 0,843\,d(\delta - D) + d(R - r) + 2'',478 = 0,$$
$$0,436\,d\pi - 0,831\,d(\alpha - A) + 0,436\,d(\delta - D) - d(R - r) + 7'',254 = 0.$$

» J'en ai déduit pour valeurs des inconnues

$$d\pi = -0'',040,$$
$$d(\alpha - A) = +7'',936,$$
$$d(\delta - D) = -2'',081,$$
$$d(R - r) = -0'',2657.$$

» Et, finalement, on en conclut, pour valeur de la parallaxe équatoriale horizontale du Soleil à sa moyenne distance à la Terre,

$$8'',848 - 0'',040 = 8'',808. \text{ »}$$

GÉOMÉTRIE. — *Condition d'égalité de deux figures symétriques.* Note de M. G. **Weill**, présentée par M. Darboux.

« On sait qu'en général deux figures symétriques par rapport à un point ou à un plan ne sont pas superposables. On a signalé des figures qui font exception; chacune d'elles a un centre ou un plan de symétrie, condition évidemment suffisante pour qu'elle soit égale à sa symétrique. Cette condition est-elle nécessaire? Nous avons montré que non et qu'elle n'est qu'un cas particulier de la condition nécessaire et suffisante, qui est la suivante :

» *Pour qu'une figure soit égale à sa symétrique, il faut et il suffit qu'à tout point* M *de la figure en corresponde un autre* P, *obtenu en faisant tourner* M *d'un angle constant* α *autour d'une droite fixe* d, *puis prenant le symétrique du nouveau point par rapport à un plan fixe* ϖ *perpendiculaire à* d.

» Dans le cas particulier où d s'éloigne à l'infini, la condition prend la forme suivante : il faut qu'à tout point M corresponde un point P, obtenu en menant par M, parallèlement à ϖ, un segment MP′ constant en grandeur, direction et sens, puis prenant le symétrique P de P′ par rapport à ϖ.

» Toutes les figures qui satisfont à cette dernière condition sont transcendantes; dans le cas général, elles peuvent être algébriques si α est commensurable avec π.

» Quand $\alpha = 0$, la figure a un plan de symétrie. Quand $\alpha = \pi$, elle a un centre. Hors de ces deux cas, la superposition n'est pas due à l'existence d'un centre ou d'un plan de symétrie. Néanmoins, il nous a semblé utile d'établir par une démonstration spéciale qu'*une figure égale à sa symétrique peut n'avoir ni centre ni plan de symétrie*. Une telle figure peut d'ailleurs être algébrique ou transcendante.

» Il résulte encore du théorème énoncé que *toute figure égale à sa symétrique, et qui n'est superposable à elle-même que d'une seule manière, a un centre ou un plan de symétrie*. Cette proposition peut aussi s'établir directement.

» Dans le plan, une figure quelconque est superposable, par une rotation de 180°, à sa symétrique par rapport à un point ou à une droite du plan. Mais, dans le premier cas, la figure reste dans le plan; elle en sort dans le second. Nous ne considérerons, dans ce qui va suivre, que la symétrie par rapport à une droite du plan, et nous assujettirons la figure à rester dans le plan.

» Il y a alors une condition pour qu'une figure soit superposable à sa symétrique. Il faut et il suffit qu'elle ait un axe de symétrie, ou que, si on la rapporte à un système convenable d'axes rectangulaires, l'ordonnée change de signe quand l'abscisse s'accroît d'une quantité constante.

» Dans le second cas, la figure est transcendante. Par conséquent, *toute figure plane algébrique superposable sans retournement à sa symétrique a un axe de symétrie.*

» Une courbe telle que la sinusoïde, par exemple, fait partie à la fois des deux catégories de figures planes superposables à leurs symétriques. Aussi les modes de superposition de cette figure à sa symétrique se partagent-ils en deux groupes distincts. Les superpositions du premier groupe sont dues à l'existence pour la courbe d'axes de symétrie; celles du second tiennent à ce que le sinus change de signe quand l'argument augmente de π.

» Si, enfin, on considère des points assujettis à rester sur une droite, pour qu'un système de ces points soit superposable à son symétrique par rapport à un point de la droite, il faut et il suffit que ce système de points ait un centre de symétrie. »

ARITHMÉTIQUE. — *On suppose écrite la suite naturelle des nombres; quel est le* $(10^{10000})^{ième}$ *chiffre écrit?* Note de M. **Em. Barbier**.

« 1. Nous avons déterminé le $(10^{10})^{\text{ième}}$, le $(10^{100})^{\text{ième}}$, le $(10^{1000})^{\text{ième}}$ chiffre; il arrive que la recherche du $(10^{10000})^{\text{ième}}$ chiffre ne demande pas un long calcul.

» Les nombres de 10000 chiffres

$$111055\ldots554445 \text{ (ou } 9995 \times 11\ldots111) \quad \text{et} \quad 999588\ldots888889$$

ont pour différence

$$9996 \times 88\ldots889,$$

car il y a 88...889 nombres de 9996 chiffres à partir de 11...111 jusques et y compris 99...999.

» 2. Avec les (10^{10000} — 999588...888889) chiffres qui terminent notre irréalisable suite de caractères, nous écrirons des nombres de 9997 chiffres.

» Le quotient N *avec reste* L du nombre de 9997 chiffres 411...111 nous permettra de dire que $10^{9996}+N$ a pour $L^{\text{ième}}$ chiffre le $(10^{10000})^{\text{ième}}$ caractère de la suite naturelle des nombres.

» 3. Donnons donc la forme 9997N + L au neuvième de

$$37\times 10^{9996}-1.$$

$$\frac{37}{9997}=0{,}0037011103330999\ldots 55596679^{*}00380111\ldots,$$

par suite

$$N=4112344\ldots{}^{*}0004112344\ldots 8399631^{*}000411\ldots{}^{*}00041123448l.$$

Il faut 52 étoiles annonçant 000411.

» 4. Voici les 192 chiffres d'une période de N :

4112 3448 1455 5477 7544 3744 2343 8142,
5538 7727 4293 3991 3085 0366 2209 7740,
4332 4108 3436 1419 5369 7220 2771 9426,
9391 9286 8971 8026 5190 6683 1160 4592,
4888 5776 8441 6436 0419 2368 8217 5763,
8402 6319 0068 1315 5057 6283 9963 1000.

» La somme de ces six lignes de 32 chiffres est 366...663. Ainsi se vérifient nos 192 chiffres.

» 5. La fraction complémentaire de N est

$$0{,}45554777\ldots - 0{,}000011111\ldots \quad \text{ou} \quad \frac{4554}{9997}.$$

» On doit attribuer à L la valeur 4554.

» Le $4554^{\text{ième}}$ chiffre du nombre 10004112344...481 est le chiffre que nous cherchons. C'est aussi le $4550^{\text{ième}}$ chiffre de N; c'est-à-dire le $134^{\text{ième}}$ chiffre de la $24^{\text{ième}}$ période de N, ou le $6^{\text{ième}}$ de la $5^{\text{ième}}$ ligne de 32 chiffres écrite ci-dessus : 488857.

» 6. En écrivant 10^{1000} chiffres sur chaque ligne de lumière, à partir des atomes unis deux à deux par de telles lignes, et multipliant encore cette écriture par le nombre des vibrations que la lumière a faites depuis la création, nous n'aurions point encore le 10^{10000} caractère d'une suite de chiffres! »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'aimantation par influence.* Note de M. **P. Duhem**, présentée par M. Darboux.

« *Potentiel thermodynamique d'un système qui renferme des corps électrisés et des aimants.* — Si l'on désigne par Y le potentiel électrostatique, par ρ la densité électrique en un point, par $\mathcal{G}(\mathfrak{M})$ une fonction de $\mathfrak{M}$ qui s'annule pour $\mathfrak{M} = 0$, par Θ une quantité qui, en chaque point, dépend de la nature du conducteur, mais non de son aimantation, le potentiel thermodynamique interne d'un système qui renferme des aimants électrisés sera

$$\mathfrak{F} = \mathrm{E}(\mathrm{U} - \mathrm{TS}) + \mathfrak{I} + \mathrm{Y} + \iiint [\mathfrak{F}(\mathfrak{M}) + \rho\mathcal{G}(\mathfrak{M}) + \rho\Theta]\, dx\, dy\, dz.$$

» *Équations de l'équilibre électrique et de l'équilibre magnétique.* — On peut alors trouver aisément les équations de l'équilibre électrique sur des conducteurs aimantés et de l'équilibre magnétique sur des conducteurs électrisés.

» Sur un conducteur aimanté, en désignant par V le niveau potentiel électrostatique et par ε la constante de la loi de Coulomb, on a

$$\varepsilon\mathrm{V} + \Theta + \mathcal{G}(\mathfrak{M}) = \varepsilon\mathrm{V}' + \Theta' + \mathcal{G}(\mathfrak{M}'),$$

le premier membre se rapportant à un point M, le second à un point M'. Ainsi *la différence de niveau potentiel entre deux points d'un conducteur électrisé et aimanté varie avec l'intensité d'aimantation en ces deux points.* La variation dont il s'agit suppose qu'en faisant varier l'aimantation on maintienne invariables la densité et l'état physique ou chimique du conducteur.

» Si l'on pose

$$\mathrm{F}(\mathfrak{M}, \rho) = \frac{\mathfrak{M}}{\frac{\partial \mathfrak{F}(\mathfrak{M})}{\partial \mathfrak{M}} + \rho \frac{\partial \mathcal{G}(\mathfrak{M})}{\partial \mathfrak{M}}},$$

les équations de l'équilibre magnétique seront

$$\mathcal{A} = -h\mathrm{F}\frac{\partial \mathrm{V}}{\partial x}, \qquad \mathcal{B} = -h\mathrm{F}\frac{\partial \mathrm{V}}{\partial y}, \qquad \mathcal{C} = -h\mathrm{F}\frac{\partial \mathrm{V}}{\partial z}.$$

La fonction magnétisante en chaque point dépend de la densité électrique en ce point.

» La fonction magnétisante varie avec la densité électrique; la différence de niveau potentiel $D(\mathfrak{M})$ entre un corps possédant l'aimantation $\mathfrak{M}$ et un corps quelconque non aimanté varie avec $\mathfrak{M}$. Ces variations sont liées par la relation

$$\varepsilon \frac{\partial D(\mathfrak{M})}{\partial \mathfrak{M}} = -h\mathfrak{M} \frac{\partial}{\partial \rho} \frac{1}{F(\mathfrak{M}, \rho)}.$$

» *Influence de l'aimantation sur la force électromotrice d'une pile.* — Si un morceau de fer doux plongé dans une solution d'un sel de fer dont nous négligerons les propriétés magnétiques est placé dans un champ magnétique, l'équilibre électrique ne sera possible, en général, que si l'intensité d'aimantation a la même valeur en tous les points de sa surface et s'il en est de même de la densité électrique. Si ces conditions ne sont pas réalisées, des courants parcourront la masse du fer doux et le liquide.

» Supposons la densité électrique assez faible pour que l'on puisse négliger la quantité $\rho\mathcal{G}(\mathfrak{M})$; nous pourrons alors démontrer que les parties les plus fortement aimantées sont électropositives par rapport aux parties plus faiblement aimantées. L'inverse a lieu pour une substance diamagnétique. M. Rowland a dernièrement constaté ce fait par l'expérience et l'a communiqué au dernier Congrès de l'Association britannique, tenu à Manchester.

» La force électromotrice d'une pile qui renferme une électrode de fer doux varie lorsqu'on la place dans un champ magnétique susceptible d'aimanter uniformément l'électrode. Pour toutes les substances magnétiques connues, l'aimantation diminue la force électromotrice de la pile si la substance magnétique forme l'électrode négative, et l'augmente si la substance magnétique forme l'électrode positive. L'inverse a lieu pour une substance diamagnétique.

» Si l'on néglige la variation de la fonction magnétisante, la variation de la force électromotrice est proportionnelle au carré de l'intensité d'aimantation de l'électrode et en raison inverse de son coefficient d'aimantation.

» Ces diverses propositions complètent la théorie proposée par M. P. Janet, sur l'influence que l'aimantation fait subir à la force électromotrice d'une pile. »

THERMODYNAMIQUE. — *Variation de température d'un gaz ou d'une vapeur qui se comprime ou se dilate, en conservant la même quantité de chaleur.* Extrait d'une Lettre de M. **Ch. Antoine** à M. Bertrand.

« Nos torpilles sont chargées avec de l'air comprimé à 50^{atm}.

» La formule

$$T = T_0 \left(\frac{V_0}{V}\right)^{\frac{K'-K}{K}}$$

donne

$$T = 1201^\circ;$$

pour $T_0 = 293$,

$$\frac{V_0}{V} = 50.$$

» On aurait une élévation de température égale à 908° pour une compression de 50^{atm}.

» Sans aller aussi loin, je relève (p. 23 de votre *Thermodynamique*) qu'une compression $\frac{V_0}{V} = \frac{1}{10}$ produirait une augmentation de température $753^\circ - 299^\circ = 454^\circ$.

» Dans les nombreuses expériences que V. Regnault a faites (en 1854, 1864, 1865) sur la compression de l'air, on trouve que, pour des compressions d'environ 12^{atm} à 13^{atm}, la température ne s'élèverait pas à plus de 86°.

» De 454° pour une compression de 10^{atm} à 86°, pour une compression de 12^{atm} à 13^{atm}, l'écart est bien considérable!

» V. Regnault dit, il est vrai :

» Lorsqu'un gaz se détend dans les conditions de mes expériences, c'est-à-dire lorsqu'il sort de l'appareil calorimétrique avec la totalité du mouvement que la détente lui a donné, le phénomène calorifique est bien différent de celui qui a lieu pour le même gaz lorsqu'il est contenu à l'état de repos dans un cylindre indéfini et que l'on varie son volume en déplaçant un piston.

» Pendant le chargement d'une torpille avec l'air comprimé, l'augmentation de température tient à deux causes :

» 1° La chaleur due au fait même de la compression;

» 2° Celle qui résulte du travail qui produit la compression.

» Dans les relations (14)

$$dQ = K\,dt + \frac{K' - K}{R} p\,dV,$$
$$dQ = K'dt + \frac{K - K'}{R} V\,dp.$$

» Si l'on pose

$$dQ = 0,$$

il demeure bien entendu que, dans la comparaison qui sera faite entre deux états différents de pression, de volume et de température, la chaleur Q sera supposée constante, c'est-à-dire que l'on n'y ajoutera rien, ni directement par l'action du feu, ni par d'autres moyens détournés, tels qu'une transformation de force en chaleur emmagasinée....

» On peut, je crois, arriver à une autre solution du problème.

» En adoptant pour chaque gaz ou vapeur un zéro spécial et en comptant les températures θ à partir de ce zéro, les pressions sont données par la relation

$$p = \overline{A\theta}^{3,5}.$$

» Les produits pV,

$$pV = M\sqrt[3]{\theta}.$$

» Les quantités de chaleur X des vapeurs à saturation observées par Regnault,

$$X = N\sqrt[3]{\theta} + \text{const.} \quad (^1).$$

» Lorsque la vapeur est surchauffée sous pression constante, la chaleur augmente d'une quantité $c(T - \theta)$, (T étant la température finale, θ la température à saturation, et c la chaleur spécifique sous pression constante).

» La chaleur totale est, par suite,

$$Q = N\sqrt[3]{\theta} + c(T - \theta) + \text{const.};$$

pour la même vapeur à une autre pression et à une autre température,

$$Q' = N\sqrt[3]{\theta'} + c'(T' - \theta') + \text{const.}$$

---

(1) *Voir* mon Mémoire présenté à l'Académie le 20 décembre 1886.

» Les expériences de Regnault tendent à démontrer que la chaleur spécifique sous pression constante ne varie pas d'une manière bien sensible avec l'augmentation de pression. On peut donc, comme première approximation, admettre dans la pratique ordinaire

$$c = c'.$$

» Lorsque les gaz ont même quantité de chaleur,

$$N\sqrt[3]{\theta} + c(T - \theta) = N\sqrt[3]{\theta'} + c'(T' - \theta');$$

d'où

$$\frac{N}{c}\sqrt[3]{\theta} - \theta + T = \frac{N}{c}\sqrt[3]{\theta'} - \theta' + T'.$$

» On peut calculer *a priori* l'expression

$$\mu = \frac{N}{c}\sqrt[3]{\theta} - \theta;$$

on a alors

$$\mu - \mu' = T' - T,$$

ce qui permet de calculer les différences de température d'un gaz, qui a la même quantité de chaleur avec des tensions différentes.

» C'est ce que je me réserve d'établir d'une manière plus spéciale. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur une loi expérimentale de balistique intérieure.* Note de M. **Henry**, présentée par M. Sarrau.

« 1. Les expériences qui ont été faites avec le vélocimètre par MM. Sebert et Hugoniot permettent de trouver la loi empirique de la détente des fluides de la charge dans une bouche à feu.

» Dans une certaine région de l'âme voisine de la bouche, on peut déduire des indications du vélocimètre, d'une part, les accélérations simultanées de la pièce et du projectile à un instant quelconque : par suite, les pressions P_0 et P correspondantes ; et, d'autre part, les espaces x_1 et x parcourus en sens inverses par la pièce et l'obus à ce même instant. On en conclut le volume V occupé par la charge à l'instant considéré, et l'on forme de cette manière un Tableau des valeurs correspondantes du volume V et de la tension moyenne $p = \frac{1}{2}(P_0 + P)$ des fluides de la charge.

» 2. Pour avoir la loi de la détente de ces fluides, il ne reste plus qu'à

trouver la relation empirique qui équivaut à ce Tableau. Cette relation empirique n'a pas encore été remarquée. Nous l'obtenons en construisant pour chaque ligne du Tableau un point figuratif ayant pour abscisse l'inverse de la pression p et pour ordonnée le volume V. Les données du Tableau se traduisent de cette manière par une série de points qui correspondent à diverses positions du projectile dans l'âme. Or, ces points sont en ligne droite pour toute la région qui comprend *les trois derniers quarts environ* du parcours de l'obus dans l'âme. Par conséquent, dans cette région, le volume et l'inverse de la pression sont liés par une relation linéaire, *ce qui est la loi de Noble et Abel*,

$$V - f\varpi\frac{1}{p} - \alpha\varpi = 0.$$

Dans cette formule, ϖ est le poids de la charge; f et α sont les deux constantes numériques introduites par Noble et Abel.

» Lorsqu'on introduit dans cette formule les valeurs des constantes f et α données dans le Tableau ci-dessous, la formule reproduit les pressions observées, sauf des écarts relatifs dont la valeur moyenne est inférieure à 2 pour 100.

» Ces pressions observées correspondent à des positions du projectile régulièrement espacées sur les trois derniers quarts de son parcours. Le nombre N de ces positions et les écarts moyens relatifs E qui en résultent comme divergences entre les pressions observées et calculées sont donnés, pour chaque groupe d'expériences, par le Tableau suivant :

Groupes d'expériences.	Charge de poudre.	α.	f en kilom. carrés.	N.	E.	Nombre des coups tirés.
	kg					
1er........	2,200 A_3S	0,625	2240	5	0,012	6
2e........	3,200 A_3S	0,390	2320	4	0,013	4
3e........	2,200 A_3S	0,340	2270	6	0,024	3
4e........	0,220 RS	0,455	2510	10	0,020	3

» Il est à remarquer que cette méthode donne pour la force de la poudre des évaluations concordantes avec celles de Noble et Abel.

» La loi de Noble et Abel se trouve ainsi étendue au cas de la détente des fluides de la poudre dans la plus grande partie de l'âme d'une bouche à feu. Il est évident, du reste, qu'elle ne peut se vérifier qu'à partir du moment où toute la charge est brûlée. Il est à noter que les expériences conduisant à ce résultat ont été faites par une méthode indépendante des

crushers de Noble et Abel, avec des bouches à feu de calibres très différents, ainsi qu'avec des charges et des projectiles variés. Il serait peut-être intéressant de confirmer ces résultats au moyen des crushers, suivant une méthode qui a été indiquée dans le *Mémorial de l'Artillerie de la Marine*, tome XIV, page 393. Une telle vérification donnerait probablement des renseignements utiles sur le fonctionnement de ces appareils.

» 3. *A priori*, rien n'autorise, croyons-nous, à étendre la méthode de MM. Sebert et Hugoniot aux positions de l'obus voisines du fond de l'âme. Si cependant on admet provisoirement cette extension, la loi complète du mouvement de l'obus dans l'âme se trouve bien dessinée par l'ensemble des points figuratifs, construits comme il a été dit.

» Cet ensemble de points forme à peu près une hyperbole ayant pour asymptotes : 1° la droite déjà considérée, qui représente la loi de Noble et Abel; 2° une parallèle à l'axe des abscisses menée à la hauteur qui représente sur l'axe des ordonnées le volume initial de la charge V_0. Cette seconde droite doit être asymptote, car la pression p est infiniment petite, et l'abscisse $\frac{1}{p}$ est infinie, lorsque le déplacement de l'obus est infiniment petit.

» Le forcement de la ceinture apporte dans cette loi simple des perturbations sensibles. Mais la loi se manifeste beaucoup plus nettement dans le cas du projectile à ceinture ajustée.

» *On peut donc trouver une hyperbole,* ayant pour équations

$$\begin{cases} x = \frac{1}{p}, \quad y = V, \\ (y - f\varpi x - \alpha\varpi)(y - V_0) = \lambda, \end{cases}$$

λ étant une constante, *laquelle hyperbole passe assez près de tous les points figuratifs pour que les écarts subsistants soient imputables à des erreurs d'observation.*

» Cette hyperbole figure la loi complète de la détente des fluides de la charge dans l'âme d'une bouche à feu. Son équation équivaut à l'équation différentielle du mouvement de l'obus; et elle s'intègre sans difficulté par l'application du théorème des forces vives.

» 4. On peut aussi déduire de ces expériences la quantité de poudre brûlée à chaque instant du mouvement, si l'on admet, comme dans le précédent paragraphe, que l'extension de la méthode soit légitime pour les positions de l'obus voisines du fond de l'âme.

» Soient x, y les coordonnées d'un point figuratif non situé sur la droite Δ qui représente la loi de Noble et Abel. Soit Y l'ordonnée de cette droite correspondant à l'abscisse x.

» On a d'abord entre x et Y la relation

$$\varpi(fx + \alpha) = \mathrm{Y}.$$

Soit ϖ' le poids de la poudre brûlée à l'instant où la charge entière occupe le volume y.

» On trouve la relation

$$\frac{\varpi'}{\varpi} = \frac{y - \frac{\varpi}{\delta}}{\mathrm{Y} - \frac{\varpi}{\delta}},$$

en appelant δ la densité réelle de la poudre.

» La fraction déjà brûlée de la charge, pour une position donnée du point figuratif, est donc le rapport des ordonnées correspondantes de ce point et de la droite Δ, ces ordonnées étant diminuées l'une et l'autre du volume initial de la charge $\frac{\varpi}{\delta}$. »

ACOUSTIQUE. — *Des voyelles dont le caractère est très aigu.* Note de M. **E. Doumer**, présentée par M. Lippmann.

« Les physiciens admettent généralement que les voyelles sont des timbres spéciaux des sons laryngés, dus au renforcement, par les cavités avoisinant le larynx, d'harmoniques de hauteur constante pour une même voyelle, mais variant d'une voyelle à une autre. Les travaux de Donders et de Helmholtz, auxquels il convient d'ajouter ceux de M. Kœnig, paraissent avoir établi cette théorie d'une façon définitive.

» Quelques physiciens, et non des moins habiles, ne l'admettent cependant pas dans toute sa généralité; Schneebeli, entre autres, refuse aux voyelles à caractère très aigu, en particulier, la qualité de voyelles pures, et les regarde comme des sons complexes dus à l'adjonction au son laryngé de sons produits dans la cavité buccale et ne présentant avec le premier aucun rapport harmonique.

» Outre cette opinion que la valeur des physiciens qui la soutiennent ne permet pas de négliger, il existe entre les partisans de la pureté des

voyelles *i* et *u* de très grandes divergences au point de vue des notes caractéristiques. C'est ainsi que Helmholtz attribue deux *vocables* à ces voyelles et donne comme caractéristique la plus élevée $ré_5$ pour la voyelle *i* et $la^{\flat}_4$ pour la voyelle *u*; pour Donders, la caractéristique de *i* est fa_4, et celle de *u*, la_3; Willis attribue à *i* la caractéristique sol_6, et Kœnig $si^{\flat}_5$.

» Aussi convient-il de revenir sur ce sujet et de l'étudier à la lumière de la méthode photographique directe que j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie dans deux précédentes Notes [1].

» Pour décomposer avec netteté par la capsule manométrique les sons complexes qui constituent le *i* et le *u*, il faut ouvrir largement l'arrivée du gaz carburé, et régler la pression de l'oxygène de telle sorte que la partie éclairante de la flamme soit réduite à une longueur de 2^{mm} environ. Alors si l'on chante devant la membrane de la capsule manométrique l'une de ces voyelles, en ayant soin de l'émettre avec pureté, on constate que la dent fondamentale est découpée par un grand nombre de dents plus petites et qui généralement sont équidistantes et égales entre elles.

» Les photographies que j'ai ainsi obtenues sont fort nettes et d'un calcul très facile.

» La première question que je me suis posée est relative à la nature du son très aigu qui accompagne le son fondamental : ce son est-il ou n'est-il pas un de ses harmoniques? Pour y répondre j'ai fait chanter devant la membrane la même voyelle par la même personne sur des tons différents. Si le son aigu est un harmonique du son fondamental, quelle que soit la hauteur de ce dernier il devra y avoir entre eux un rapport harmonique. J'ai répété cette expérience un certain nombre de fois, de façon à pouvoir généraliser les résultats, puis j'ai cherché à caractériser le sou les ons caractéristiques, quel que soit du reste leur rapport avec le son fondamental.

» Le Tableau suivant permet de répondre à ces deux questions et, par conséquent, de trancher définitivement le débat.

Chanteurs.	Hauteur du son fondamental.	Hauteur du son aigu.	Hauteur de l'harmonique qui s'en rapproche le plus.	Différences.
		Voyelle I.		
	vs	vs	vs	vs
1er (baryton)........	524	4192	8e... 4192	0
» »	512	4096	8e... 4096	0

(1) *Comptes rendus*, 2 août 1886 et 25 juillet 1887.

Chanteurs.	Hauteur du son fondamental.	aigu.	Hauteur de l'harmonique qui s'en rapproche le plus.	Différences.
1er (baryton)........	516 vs	4127 vs	8e... 4128 vs	—1 vs
3e (ténor)...........	452	4520	10e... 4520	0
» »	427	4270	10e... 4270	0
4e (ténor)...........	619	4333	7e... 4333	0
» »	556	4448	8e... 4448	0
6e (basse)...........	522	4176	8e... 4176	0
	Voyelle U.			
1er (baryton)........	534	3738	7e... 3738	0
» »	525	3675	7e... 3675	0
2e (ténor)...........	484	3388	7e... 3388	0
» »	450	3600	8e... 3600	0
» »	499	3493	7e... 3493	0
3e (baryton).........	419	3352	8e... 3352	0
» »	440	3520	8e... 3520	0

» De ce Tableau, on peut conclure :

» 1° Que *les sons i et u sont des voyelles pures*, c'est-à-dire qu'*il existe entre le son renforcé et le son laryngé un rapport harmonique;*

» 2° Que *la note caractéristique et la voyelle i est voisine de* ut_6^* *ou du moins, pour parler plus exactement, est comprise entre* ut_6 *et* $ré_6$, *suivant la hauteur du son fondamental;*

» 3° Que *la note caractéristique de la voyelle u est sensiblement plus grave de deux tons que celle de la voyelle i*; *elle correspond à la note* la_5 *avec un écart qui lui permet d'aller de* sol_5 *à* si_5. »

CHIMIE. — *Sur la chaleur spécifique du tellure.* Note de M. **Ch. Fabre**, présentée par M. Berthelot.

« 1. Le tellure, comme nous l'avons montré dans une précédente Note, existe sous deux états différents, répondant à des chaleurs de transformation de 12^{Cal} : dès lors il importait de rechercher la chaleur spécifique du tellure sous chacun de ces états, afin de voir si la transformation s'effectue par degrés insensibles ou brusquement.

» 2. Regnault (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XLVI, p. 280) a mesuré la chaleur spécifique du tellure : 1° *précipité* par l'acide

sulfureux, 2° *distillé* dans un courant d'hydrogène. Les deux séries de déterminations ont donné 0,05165 pour chaleur spécifique du tellure précipité; 0,04737 pour le tellure distillé. Le mode de préparation suivi par Regnault pouvant donner un corps souillé d'acide tellureux, nous avons repris cette détermination, en employant du tellure complètement pur.

» Le tellure est précipité par l'acide sulfureux, lavé à l'eau saturée d'azote, puis séché dans un courant de ce gaz. Il est alors enfermé dans une fiole de platine munie d'un thermomètre, conformément au procédé de M. Berthelot, et le tout est placé dans l'appareil de Regnault, dont l'étuve est chauffée par la vapeur d'eau.

» Trois déterminations ont donné

	Poids de tellure.	Chaleur spécifique.
I	53gr,504	0,05193
II	»	0,05312
III	»	0,05225
Moyenne		0,05252

» 3. Ce même tellure a été volatilisé dans un courant d'acide sulfureux. Le corps obtenu n'avait pas le même aspect que celui préparé par distillation dans un courant d'hydrogène : il est plus noir et sa cassure n'est pas nettement cristalline. Les expériences faites sur cette variété ont donné :

	Poids de tellure.	Chaleur spécifique.
I	51gr,02	0,05112
II	»	0,05189
III	»	0,05247
Moyenne		0,05182

nombre qui ne diffère pas sensiblement du précédent.

» 4. Le tellure, variété cristalline, a été préparé par décomposition des tellurures alcalins, lavé à l'eau chargée d'azote, distillé dans un courant d'hydrogène, fondu et refroidi très lentement : le corps ainsi obtenu était à cassure cristalline.

» Deux déterminations ont donné

	Poids de tellure.	Chaleur spécifique.
I	81gr,412	0,04811
II	»	0,04852
Moyenne		0,048315

» Ce nombre est assez voisin de celui qui est fourni par la variété précédente.

» 5. Le tellure possède donc sensiblement la même chaleur spécifique sous ses divers états, du moins pour des températures voisines de 100°; mais il est possible que la différence s'accentue à des températures plus élevées, et, en particulier, dans le voisinage du point de transformation du tellure amorphe en tellure cristallisé. »

THERMOCHIMIE. — *Étude sur une houille anglaise.* Note de MM. **Scheurer-Kestner** et **Meunier-Dolfus**, présentée par M. Friedel.

« La houille dont nous venons d'achever l'étude complète provient du pays de Galles, comté de Glamorgan, et porte le nom de *Nixom's Navigation*. Cette houille ([1]), qui est remarquablement pure, car elle ne contient que 3 à 4 pour 100 de cendres, donne 88 pour 100 d'un coke dur et brillant. Par la proportion de carbone fixe qu'elle renferme, elle rentrerait dans la classe des houilles maigres de Gruner; mais, par la nature de son coke et sa chaleur de combustion, elle fait partie des houilles grasses.

Analyse de la houille.

Carbone fixe	87,44	90,27
Carbone des hydrocarbures	2,83	
Hydrogène	4,39	
Soufre	0,69	
Azote	0,49	
Oxygène par différence	4,16	
	100,00	

Composition de la partie volatile.

Carbone	22,53
Hydrogène	34,96
O + Az + S	42,51
	100,00

([1]) Nous sommes redevables de l'échantillon de houille qui nous a servi à M. Donkin, ingénieur anglais, qui nous a demandé ces expériences afin d'avoir une houille qui pût lui servir de type pour ses propres expériences.

Chaleur de combustion.

	Pour l'unité de poids.
I.	8848^{cal}
II.	8881
Moyenne	8864

» Le calcul de la chaleur de combustion d'après la composition de la houille donne les résultats suivants :

Addition de la chaleur de combustion des éléments (¹)	8586
Calcul selon Dulong	8452
Calcul en employant pour le carbone volatil le coefficient de 11214 (M. Cornut)	8674
Calcul suivant la formule $N = 26880\left(\frac{C}{3} + H\right)$, proposée par M. Ser dans son *Traité de Physique industrielle*	9268

» Comme on le voit, c'est la formule de M. Cornut qui donne le résultat le plus rapproché de la vérité et celle de M. Ser qui s'en éloigne le plus; mais il n'en est pas toujours ainsi et, le plus souvent, c'est le contraire qui a lieu. Il résulte, une fois de plus, de nos expériences, qu'il est impossible, dans l'état actuel de nos connaissances, de se rendre compte du pouvoir calorifique d'une houille en partant de sa composition. L'erreur peut atteindre 10 pour 100. L'ancien procédé de Berthier n'a pas plus de valeur, bien au contraire, et conduit à des résultats qui, la plupart du temps, n'ont rien de commun avec la réalité.

» *Etude pratique.* — La houille a été brûlée sur le foyer de la chaudière à vapeur qui a servi à nos expériences précédentes; le réchauffeur seul en a été modifié. Celui à six bouilleurs qui existait en 1869, lors de nos premières expériences, a été remplacé par un réchauffeur tubulaire en fonte du système Green, moins exposé aux pertes de chaleur par rayonnement extérieur, et utilisant mieux le calorique des gaz de la combustion. Aussi la proportion des calories utiles, contenues dans la vapeur, s'est-elle augmentée d'une manière sensible.

» Le réchauffeur Green présente sur l'ancien les trois avantages sui-

---

(¹) Nous avons employé, pour l'hydrogène, le coefficient 29087, parce que nous avons opéré avec des gaz secs et qu'il n'y a pas eu de condensation d'eau dans le calorimètre.

vants : la chaleur des produits gazeux de la combustion est mieux employée; la chaleur empruntée à ces gaz par l'eau du réchauffeur s'y conserve mieux; il y a moins d'infiltration d'air froid dans les canaux.

» Pendant l'expérience, une prise continue sur les produits gazeux de la combustion a eu lieu, au moyen d'un gazomètre à huile et à écoulement constant (¹).

Composition moyenne des gaz.

Acide carbonique..........	10,3
Oxygène..................	8,3
Gaz combustibles..........	traces non dosables.
Azote.....................	81,4
	100,0

» Pendant sa combustion, cette houille ne fournit que des traces presque imperceptibles de gaz combustibles, lorsque l'alimentation d'air est suffisante, comme elle l'a été dans cette expérience.

» En calculant le volume d'air employé pour la combustion, d'après la formule que l'un de nous a donnée (²) :

$$\left[V = \frac{C}{0,000\,536\,v}\left(v' + \frac{v''}{2} + v'''\right) + \frac{8\left(H - \frac{O - S}{8}\right)}{0,001\,437}\right]4,761,$$

et dans laquelle a est remplacé par sa valeur,

$$\frac{8\left(H - \frac{O - S}{8}\right)}{0,001\,437},$$

(¹) Nous renvoyons à nos travaux de 1869 pour les autres détails concernant nos méthodes d'observations.

(²) C = carbone dans 1^{kg} de houille,
$0,000\,536\,v$ = carbone en poids dans 1000^{cc} de gaz,
v' = volume de CO^2 dans 1000^{cc} de gaz,
v'' = » de CO »
v''' = » de O »
H = hydrogène en poids dans 1^{kg} de houille,
O = oxygène »
S = soufre »
8 = équivalent de l'oxygène,
0,001437, poids de 1^{cc} d'oxygène,
4,761, rapport en volumes entre l'air et l'oxygène qu'il renferme.

on obtient

$$V = 4,761(16353 \times 186 + 219,8) = 15525^{\text{lit}},$$

c'est-à-dire que nous avons consommé 15 500^{lit} d'air à 0° et 0,760 par kilogramme de houille brûlée.

» Les produits gazeux de la combustion renfermaient donc :

6122^{lit}	d'air en excès	39,5
1596^{lit}	d'acide carbonique	10,3
7782^{lit}	d'azote	50,2
15500^{lit}		100,0

» *Répartition des calories.* — La *vapeur,* à la température moyenne de 146° renfermait 651^{Cal}; 1^{kg} de houille pure a vaporisé 10^{kg},440 d'eau; il y avait donc dans la vapeur

$$10,440 \times 651 = 6796^{\text{Cal}}.$$

» Les *produits gazeux* de la combustion renfermaient pour 1^{kg} de houille pure

	Eau.
15^{kg},782 d'air et d'azote à 0,237 cal. spéc.	3^{kg},740
3^{kg},137 d'acide carbonique à 0,217 cal. spéc.	0^{kg},680
	4^{kg},420

qui, portés à 108°,9 (différence de température entre l'air extérieur, 20°,1, et les produits gazeux de la combustion à leur sortie, 129°), ont gagné 481^{Cal}.

» Les *gaz combustibles* ayant fait défaut à peu près complètement (nous n'avons trouvé que 0,003 de CO, une seule fois), il n'y a pas lieu d'en tenir compte.

» L'*eau en vapeur* dans les produits gazeux a deux origines : l'eau hygroscopique de la houille et l'eau formée aux dépens de son hydrogène. Les calories emportées par cette vapeur se calculent par la formule

$$x = (9\text{H} + \text{Aq})[(637 - t) + 0,475t'],$$

dans laquelle H représente l'hydrogène contenu dans la houille, Aq l'eau hygroscopique, t la température de l'air, t' l'excédent de la température de la vapeur sur 100°, 637 les calories nécessaires pour porter l'eau de 0° à 100°.

» On obtient ainsi :

$$0^{kg},4034[(637 - 20,1) + 29 \times 0,475] = 252^{Cal}.$$

» *Le rayonnement extérieur.* — Nous avons cherché à déterminer par une expérience directe le rayonnement extérieur en maintenant, pendant une durée de douze heures, la chaudière hermétiquement close à la même pression. Quoique cette expérience, de trop courte durée, entreprise sur une chaudière en service, ne soit pas des plus concluantes et donne certainement des résultats très inférieurs à la réalité, nous avons pensé qu'elle ne serait cependant pas sans intérêt. Nous avons trouvé par ce procédé une perte par rayonnement de 4,46 pour 100 environ, ce qui certainement est insuffisant.

Résumé de la répartition des calories.

Calories dans la vapeur	6603	74,50
» dans les gaz	481	5,42
» dans la vapeur d'eau des gaz	257	2,89
» perdus par rayonnement extérieur	395	4,46
	7736	87,27
Calories non retrouvées	1128	12,73
	8864	100,00

» C'est le résultat le plus complet que nous ayons constaté jusqu'ici. Il nous manque cependant encore 13 pour 100 des calories produites pendant la combustion de la houille. Nous pensons que c'est principalement du côté des pertes par rayonnement qu'il convient de chercher cette différence. »

CHIMIE. — *Sur les isoméries optiques de la cinchonine.* Note de MM. **E. Jungfleisch** et **E. Léger**, présentée par M. Berthelot.

« En 1853, M. Pasteur a montré que, sous l'influence simultanée de la chaleur et de l'acide sulfurique, la cinchonine dextrogyre et la cinchonidine lévogyre sont changées à peu près intégralement en un isomère faiblement dextrogyre, la cinchonicine; dans les mêmes conditions, la quinine lévogyre et la quinidine dextrogyre donnent la quinicine faiblement dextrogyre. M. Pasteur a interprété sa découverte de la manière suivante : La molécule de la quinine contient deux groupements actifs, l'un fortement lévogyre, l'autre faiblement dextrogyre; le second, plus stable, résiste aux

agents précités qui rendent le premier inactif. Dans la quinidine, le groupe le plus actif et le plus aisément modifiable est droit, comme le groupe stable lui-même. La quinicine, engendrée dans les deux cas, ne serait ainsi autre chose que de la quinine ou de la quinidine dans lesquelles un seul des groupes actifs constituants serait devenu inactif. La cinchonicine dériverait semblablement de ses deux isomères naturels.

» Il y a quelques années, l'un de nous, M. Jungfleisch, a établi que, sous l'influence de la chaleur, les acides tartriques actifs se changent simultanément en leurs deux variétés inactives, l'acide inactif par compensation et l'acide inactif par nature; ayant observé ensuite que différents corps actifs, en particulier les acides camphoriques, se conduisent de même, il a cru pouvoir généraliser ces faits. Diverses observations plus récentes ont confirmé cette manière de voir.

» Or, tandis que les expériences de M. Pasteur n'ont fait connaître qu'un seul isomère formé par chaque groupe d'alcaloïdes du quinquina, la généralisation précédente, appliquée à l'hypothèse que ces expériences ont suscitée, indique l'existence d'isomères nombreux; chacun des groupes plus ou moins actifs que l'on suppose coexister dans les molécules naturelles doit, en effet, par une modification conforme à la règle habituelle, engendrer deux groupes inactifs, l'un par nature, l'autre par compensation. Le dédoublement des inactifs par compensation multipliant encore les isoméries, on serait conduit ainsi à prévoir l'existence de seize isomères, soit lévogyres ou dextrogyres à des degrés variés, soit inactifs.

» Nous avons cherché à contrôler expérimentalement ces déductions. Nos recherches dans ce but ont porté sur plusieurs alcaloïdes. Nous exposerons en premier lieu les résultats fournis par la cinchonine.

» En répétant l'expérience de M. Pasteur, mais en variant les circonstances de température, de durée, de proportion des réactifs, etc., nous avons constaté que la cinchonicine formée diminue de quantité ou, le plus souvent, disparaît pour faire place à une série d'alcalis nouveaux, des variations assez faibles en apparence entraînant des changements considérables dans les produits. Nous indiquerons d'abord les faits observés dans des conditions particulièrement faciles à reproduire avec exactitude, même sur de grandes quantités de matière, ce dernier point étant indispensable à cause de la complexité des résultats; nous verrons plus tard comment ces faits se modifient avec les circonstances expérimentales.

» En dissolvant le sulfate de cinchonine *pur* et cristallisé dans quatre fois son poids d'un mélange à parties égales d'eau et d'acide sulfurique pur

($D = 1,84$), on obtient une liqueur incolore, entrant en ébullition à 120°; celle-ci étant chauffée dans un ballon muni d'un réfrigérant à reflux capable d'éviter toute perte d'eau, l'ébullition peut être prolongée indéfiniment sans que la température s'écarte de 120° et sans que le poids du mélange diminue. Ce qui suit correspond aux réactions accomplies à la température de 120° ainsi maintenue pendant quarante-huit heures.

» Le liquide chauffé présente une teinte ambrée, est limpide, ne se trouble pas en refroidissant. Dilué fortement et alcalinisé par la soude, il fournit un abondant précipité caséeux qui se change bientôt en une masse poisseuse, durcissant peu à peu, laquelle contient la plus grande partie du produit sous forme de bases libres. Parmi ces dernières, il ne nous a pas été possible de constater la présence de la cinchonine ou de la cinchonicine. La masse est formée presque exclusivement par six bases que nous avons réussi à isoler et qui forment toutes des sels très nettement cristallisés; les produits alcalins non encore caractérisés, qui les accompagnent, ne constituent qu'un résidu peu abondant. Ces six bases sont les suivantes :

» 1° La *cinchonibine*, $C^{38}H^{22}Az^2O^2$, insoluble dans l'éther, cristallisant de l'alcool bouillant en petites aiguilles prismatiques, à succinate peu soluble dans l'eau froide et constituant des cristaux très volumineux, dextrogyre ($\alpha_D = +175°,8$ en solution alcoolique à 0,75 pour 100).

» 2° La *cinchonifine*, $C^{38}H^{22}Az^2O^2$, insoluble dans l'éther, cristallisant de l'alcool bouillant en aiguilles très réfringentes, à succinate très soluble et cristallisé en aiguilles, dextrogyre ($\alpha_D = +195°,0$ en solution alcoolique à 0,75 pour 100).

» 3° La *cinchonigine*, $C^{38}H^{22}Az^2O^2$, soluble dans l'éther, formant dans ce véhicule de beaux prismes très réfringents, à chlorhydrate peu soluble à froid et très nettement cristallisé, lévogyre ($\alpha_D = -60°,1$ en solution alcoolique à 1 pour 100).

» 4° La *cinchoniline*, $C^{38}H^{22}Az^2O^2$, soluble dans l'éther et fournissant des cristaux extrêmement volumineux, caractérisée par son chlorhydrate en gros cristaux prismatiques très solubles et par son diiodhydrate insoluble, dextrogyre ($\alpha_D = +53°,2$ en solution alcoolique à 1 pour 100).

» Les quatre bases précédentes, isomères de la cinchonine, ont été dénommées d'après la nomenclature adoptée par M. Pasteur. Leur connaissance donne un certain intérêt aux considérations théoriques développées plus haut : elle porte à sept le nombre des isomères $C^{38}H^{22}Az^2O^2$. Nous ferons connaître les relations qu'elles présentent avec l'apocinchonine et la diapocinchonine. Les bases suivantes, isomères entre elles, ap-

partiennent à un autre groupe; ce sont des produits d'oxydation, formés, croyons-nous, par l'intermédiaire de dérivés sulfonés de la cinchonine, dérivés que l'eau changerait en corps oxydés.

» 5° L'*oxycinchonine* α, $C^{38}H^{22}Az^2O^4$, insoluble dans l'éther, soluble dans l'alcool dilué, cristallisable en aiguilles prismatiques, remarquable par la très faible solubilité de ses sels à hydracides, dextrogyre ($\alpha_D = +182°,56$ en solution alcoolique à 1 pour 100).

» 6° L'*oxycinchonine* β, $C^{38}H^{22}Az^2O^4$, insoluble dans l'éther, soluble dans l'alcool dilué, cristallisant en aiguilles groupées en sphères, formant des sels à hydracides très solubles et un succinate peu soluble, dextrogyre ($\alpha_D = +187°,14$ en solution alcoolique à 1 pour 100).

» Nous aurons l'honneur de soumettre à l'Académie, lors de sa prochaine séance, l'une des méthodes qui permettent de séparer ces divers alcalis, dont nous avons fait une étude détaillée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Essai de diagnose des alcaloïdes volatils*. Note de M. **Oechsner de Coninck**, présentée par M. Berthelot.

« Voyons comment nous pourrons caractériser un alcaloïde pyridique, en suivant l'ordre des réactions que nous avons indiquées précédemment [1].

» Première réaction. — On obtiendra des solutions rouge foncé, dont la teinte sera avivée par les acides minéraux et organiques, détruite par les alcalis en excès. Ces solutions ne deviendront généralement pas fluorescentes.

» Deuxième réaction. — On obtiendra d'abord des couleurs neutres d'un rouge foncé, avivées par les acides, détruites par un excès d'alcali, dont les solutions dans différents véhicules (eau, éther, alcools) deviennent très fluorescentes au bout de dix à quinze heures environ. Ensuite il y aura formation de dihydrures pyridiques très réducteurs et doués d'une odeur tout à fait spéciale. Dans la dernière phase de la distillation, on pourra recueillir sur l'eau des carbures d'hydrogène.

» Troisième réaction. — On obtiendra des solutions douées d'une belle fluorescence; une partie de l'alcaloïde sera régénérée, une autre partie sera hydrogénée et l'hydrure formé aura des propriétés réductrices très énergiques.

---

[1] *Comptes rendus*, séance du 12 décembre 1887, p. 1180.

» QUATRIÈME RÉACTION. — Prenons pour exemple la pyridine, premier terme de la série. Dans la première phase, il y aura formation d'un sel double

$$\left[(C^5H^5Az, HCl)^2 + PtCl^4 + PtCl^2 \begin{matrix}\diagup C^5H^5AzCl \\ \diagdown C^5H^5AzCl\end{matrix}\right].$$

» Dans la deuxième phase, il se formera le sel modifié

$$(C^5H^5Az, HCl)^2 + PtCl^4 - 2HCl = PtCl^2(C^5H^5AzCl)^2.$$

» CINQUIÈME RÉACTION. — Le chloraurate formé sera plus stable, en général, que le sel de platine en présence de l'eau bouillante. Cependant, il peut perdre HCl (1^{mol}) dans certaines conditions (*Bulletin chimique*, numéro du 20 décembre 1885).

» SIXIÈME RÉACTION. — Il se formera principalement un dipyridyle. Dans le cas de la pyridine, on aura

$$2C^5H^5Az = C^{10}H^8Az^2 + H^2.$$

» Les dipyridyles sont, en général, des liquides épais, oléagineux, très peu solubles dans l'eau, plus denses que l'eau.

» *Alcaloïdes dihydropyridiques*. — Présenteront des réactions colorées, mais beaucoup plus fugaces, à cause de leurs propriétés éminemment réductrices. L'eau tiède pourra modifier leurs chloroplatinates; souvent elle les décomposera. On n'observe pas la formation du sel double précédant celle du sel modifié. Les chloraurates sont très rapidement réduits à froid.

» *Alcaloïdes hexahydropyridiques*. — Sous ce nom, on doit comprendre un grand nombre d'alcaloïdes bien connus (pipéridine, cicutine, etc.).

» Leurs iodométhylates, iodéthylates ne fournissent pas de réactions colorées; sels d'or et de platine, tantôt stables (pipéridine), tantôt instables (cicutine, etc.); ne sont pas polymérisés par le sodium. Ce métal en transforme quelques-uns en dérivés décomposables par l'eau, avec régénération de l'alcaloïde.

» *Alcaloïdes dipyridiques*. — Leurs iodométhylates fournissent des réactions colorées très nettes avec la potasse (*Comptes rendus*, numéro du 5 juillet 1886). Leurs sels de platine et leurs sels d'or sont tantôt stables (nicotine), tantôt instables (spartéine, etc.). Si la liqueur est franchement acide, la stabilité de ces sels est le plus souvent augmentée.

» *Alcaloïdes hydrodipyridiques*. — Donnent des réactions colorées analogues à celles des bases dipyridiques, mais naturellement plus fugaces.

Sels d'or et de platine très instables. Possèdent des propriétés réductrices.

» *Alcaloïdes quinoléiques.* — Leurs iodométhylates, iodéthylates, etc. fournissent aussi des réactions colorées, dues à la formation de *cyanines*, et donnent naissance à des matières colorantes bien cristallisées. Les sels d'or et les sels de platine sont stables en présence de l'eau bouillante. Les chloroplatinates ne subissent certaines modifications qu'au contact d'un excès de base libre. Sont polymérisés par le sodium.

» *Alcaloïdes tétrahydroquinoléiques.* — Réactions colorées fugaces, à cause des phénomènes de réduction. Sels d'or décomposés à froid; sels de platine plus stables, pouvant subir certaines modifications sous l'action de l'eau chaude.

» *Bases aromatiques.* — Leurs iodométhylates, etc., ne donnent pas de réactions colorées avec la potasse. Sels de platine et sels d'or très stables ou très instables en présence de l'eau. Ne sont pas polymérisées par le sodium.

» *Bases de la série grasse.* — Leurs iodométhylates, etc., ne fournissent pas de réactions colorées en milieu alcalin. Sels de platine et sels d'or généralement très stables en présence de l'eau. Ne sont pas polymérisées par le sodium. »

MINÉRALOGIE. — *Sur diverses substances cristallisées qu'Ebelmen avait préparées et non décrites.* Note de M. **Er. Mallard**, présentée par M. Daubrée.

« Après la mort si prématurée d'Ebelmen, sa veuve avait déposé à l'École des Mines, au Muséum et à la Manufacture de Sèvres, des échantillons des substances diverses préparées par l'illustre savant. En examinant la collection déposée à l'École des Mines, j'ai constaté qu'un grand nombre des corps qu'elle comprenait n'avaient pas été décrits par Ebelmen, et devaient sans doute servir de matériaux à un Mémoire qui, bien malheureusement pour la Science, n'a jamais été rédigé.

» J'ai regardé comme un devoir de sauver de l'oubli tout ce qu'on peut encore sauver de ce travail si fatalement interrompu par la mort. J'ai donc déterminé cristallographiquement les échantillons qui n'avaient pas été étudiés par Ebelmen ou qui l'avaient été incomplètement. M. Le Châtelier a bien voulu me prêter son concours pour la partie analytique.

» 1. Substances diverses. *Phénacite.* — Ce rare minéral, répondant, on le

sait, à la formule $SiO^2, 2GlO$, n'a pas encore été reproduit artificiellement. Cette reproduction avait été faite depuis de longues années par Ebelmen, en fondant la silice et la glucine avec le borax. Les cristaux, soigneusement isolés par lui, sont extrêmement petits, mais à faces très réfléchissantes. J'ai pu constater que ces cristaux sont des prismes hexagonaux, réguliers comme ceux du minéral. Ils ont, comme eux, le signe optique positif.

» *Chromite de glucine.* — On sait que la plupart des composés répondant à la formule M^2O^3, RO appartiennent au système régulier. L'aluminate de glucine, connu dans la nature sous le nom de *cymophane* et reproduit artificiellement par Ebelmen, fait seul exception; il possède une forme rhombique pseudo-hexagonale et montre les groupements caractéristiques de cette pseudo-symétrie.

» Il était intéressant de voir si cette dérogation à ce qu'on peut considérer comme la règle tient bien à la nature chimique du protoxyde. C'est évidemment dans le but de résoudre cette question qu'Ebelmen a produit le chromite de glucine Cr^2O^3, GlO en fondant l'oxyde de chrome et la glucine en présence de l'acide borique. La matière, débarrassée par Ebelmen de l'acide borique en excès, se présente sous la forme d'une poudre d'un vert foncé.

» Au microscope polarisant et sous un fort grossissement, on voit que cette poudre est composée de petits cristaux ayant exactement la forme et le mode de groupement de la belle variété de cymophane connue sous le nom d'*Alexandrite*.

» *Acides niobique et tantalique.* — Ebelmen avait indiqué qu'il avait obtenu ces substances à l'état cristallisé, mais il n'avait pas décrit les cristaux.

» J'ai constaté que les cristaux d'acide niobique, préparés par Ebelmen, sont de très petits prismes rhombiques possédant deux clivages perpendiculaires h^1 et g^1, avec des faces m faisant un angle de 140° 50'. Les paramètres horizontaux sont donc 0,355 : 1 ou très sensiblement

$$\frac{1}{2}\frac{1}{\sqrt{2}} : 1.$$

Il est ainsi très vraisemblable que la substance est pseudo-cubique, ce qui explique les cristaux d'apparence extérieure cubique obtenus par M. A. Knop [1].

---

(1) *Zeit. für Kryst.*, t. XII, p. 610; 1887.

» Une bissectrice aiguë positive, à axes écartés, est perpendiculaire à h^1, le plan des axes étant p.

» Quant à l'acide tantalique, les prismes sont également rhombiques. Des mesures, seulement approximatives, m'ont permis de constater la présence des formes $g^1 h^1$, très développées, et celles des formes subordonnées m, g^2, g^3, g^5. L'angle mm est égal à 143° environ. M. Nordenskiöld a observé des faces prismatiques faisant un angle de 100°42'; elles correspondraient, dans ma notation, à la forme $g^{\frac{7}{3}}$. Je crois que l'on peut conclure à l'isomorphisme des acides niobique et tantalique.

» *Glucine*. — Ebelmen avait comparé la forme cristalline de la glucine, préparée par lui, à celle de l'alumine. J'ai étudié, plus complètement qu'il n'avait pu le faire, les cristaux laissés par lui, et j'ai constaté que les paramètres cristallographiques de la glucine sont $a:h = 1:1,6305$. Le signe optique, qui n'avait pas été déterminé par Ebelmen, est positif. Les paramètres de l'oxyde de zinc ZnO sont $a:h = 1:1,6034$, le signe optique étant aussi positif. C'est donc bien avec l'oxyde de zinc que la glucine est isomorphe malgré l'écart des volumes moléculaires; vol. ZnO = 14,55, vol. GlO = 8,24. On peut trouver là un argument de plus en faveur de la formule GlO, aujourd'hui généralement adoptée.

» 2. Borates. — *Borate d'alumine*. — Ebelmen avait annoncé la production d'un borate d'alumine cristallisé répondant à la formule $B^2O^3, 3Al^2O^3$, qu'il avait analysé sans le décrire. Les cristaux, soigneusement séparés de l'acide borique en excès, qu'a laissés Ebelmen, forment de belles aiguilles à faces très nettes, ayant la symétrie rhombique, et montrent la forme m prédominante, tronquée par les formes g^1 et h^1. L'angle des faces m est égal à 91°21'. La bissectrice aiguë positive est parallèle à la hauteur, le plan des axes étant parallèle à g^1.

» On ne connaît jusqu'ici dans la nature, au moins avec certitude, qu'un seul borate d'alumine, la Jéréméiéwite, dont la formule est $B^2O^3, 2Al^2O^3$, et qui est pseudo-hexagonal. C'est un très rare minéral, récemment découvert dans l'Oural en beaux cristaux qui ont été étudiés par MM. Damour et Websky.

» *Borates de magnésie et de sesquioxyde de fer*. — Une substance cristallisée ayant la formule $3B^2O^3, 2Fe^2O^3, 9MgO$ s'était présentée à Ebelmen au cours de ses recherches, et il en avait déterminé avec soin la composition, sans en décrire la forme. J'ai constaté que cet intéressant composé forme des prismes noirs, absolument opaques, à faces très réfléchissantes

et dont la symétrie est probablement rhombique. Ils montrent les formes *m* et h^1. L'angle des faces *m* est égal à 90°32'.

» La substance de même formule, mais avec remplacement de sesquioxyde de fer par celui du chrome, forme une poudre d'un brun très foncé qui, au microscope polarisant, avec un fort grossissement, paraît formée de petits prismes légèrement translucides et s'éteignant suivant la longueur, ce qui confirme la nature rhombique de la symétrie des composés de cette nature.

» *Borates de magnésie, de manganèse, de cobalt et de zinc.* — Ebelmen pensait que les acides borique et silicique sont analogues, et s'était proposé de démontrer cette analogie. Or il y a, on le sait, deux types principaux de silicates, l'un dans lequel l'oxygène de l'acide est égal à celui de la base (péridot), l'autre dans lequel l'oxygène de l'acide est double de celui de la base (enstatite, wollastonite et pyroxène). Ebelmen s'est ainsi trouvé conduit à constater l'existence de deux types analogues dans les borates. Il était en effet arrivé à produire ces deux types en fondant directement, en proportions convenables, l'acide borique et l'oxyde métallique. Les nombreux échantillons qu'il a laissés, se rapportant à cet ordre de recherches, témoignent du vif intérêt qu'il présentait à ses yeux.

» L'étude des préparations d'Ebelmen peut être encore aujourd'hui très profitable à la Science, car elle permet d'ajouter quelques données précises à l'histoire chimique de l'acide borique et des borates, encore bien imparfaitement connue.

» Ebelmen a produit à l'état cristallisé des borates tribasiques $B^2O^3, 3RO$ qu'on peut rapprocher du péridot, et des borates sesquibasiques $2B^2O^3, 3RO$, qu'on peut rapprocher de l'enstatite.

» 1° *Borates tribasiques.* — Les borates tribasiques formés sont ceux de magnésie, de manganèse et de cobalt. Ils sont tous rhombiques et parfaitement isomorphes entre eux.

» Les paramètres cristallographiques (incomplets pour les cristaux, non terminés, de borate de cobalt) sont les suivants :

$B^2O^3, 3MgO$	0,6412 : 1 : 0,5494	*mm* = 114°40'
$B^2O^3, 3CoO$	0,6461 : 1 : ?	*mm* = 114.15
$B^2O^3, 3MnO$	0,6511 : 1 : 0,5351	*mm* = 113.52

» Les faces *m* sont toujours des faces de clivage. La bissectrice aiguë positive est parallèle à la hauteur, le plan des axes étant g^1. Dans le borate de

magnésie, on a

$$2E = 43^\circ 18' \quad \text{et} \quad \rho > v.$$

Les indices principaux, pour la lumière de sodium, sont

$$1{,}6748, \quad 1{,}6537, \quad 1{,}6527.$$

» La composition de ces borates, déjà établie par Ebelmen, a été confirmée par une analyse de M. Le Châtelier qui, sur 100 parties du borate de manganèse, a trouvé $MnO = 73{,}5$. La théorie exigerait 75,3. La différence s'explique aisément, car il y a toujours un peu de borate sesquibasique mélangé.

» 2° *Borates sesquibasiques.* — Les borates sesquibasiques, $2B^2O^3, 3RO$, préparés, sont ceux de magnésie, de manganèse et de zinc. Ils sont isomorphes entre eux et tricliniques.

» Je n'ai pu déterminer complètement que les paramètres du borate de manganèse. Ils sont

$$1{,}8373 : 1 : 2{,}012,$$

$$xy = 76^\circ 26', \quad xz = 123^\circ 58', \quad yz = 92^\circ 6',$$
$$g^1 h^1 = 75^\circ 01', \quad ph^1 = 124^\circ 29', \quad pg^1 = 83^\circ 16'.$$

» Dans tous ces borates sesquibasiques, il y a un clivage nacré très facile suivant p, et un autre clivage, moins facile et vitreux suivant t. En outre, le clivage nacré est toujours à peu près perpendiculaire à un axe optique. J'ai pu déterminer presque complètement les constantes optiques du borate de manganèse; je crois devoir supprimer ici ces détails. Ils trouveront place dans le travail *in extenso* que doivent publier prochainement les *Annales des Mines*.

» La composition a été établie par deux analyses de M. Le Châtelier, Dans l'une, il a trouvé, sur 100 parties de borate de zinc, $ZnO = 62{,}5$, la théorie exigerait 63,5. Dans l'autre, sur 100 parties de borate de manganèse, il a trouvé $MnO = 61{,}0$, la théorie exigeant 60,3.

» Ebelmen avait aussi produit des mélanges isomorphes des borates tribasiques entre eux, et des borates sesquibasiques entre eux. J'ai étudié ces cristaux, qui satisfont aux lois ordinaires de l'isomorphisme.

» Enfin Ebelmen avait préparé le borate sesquibasique de chaux, et des mélanges, à équivalents égaux, de chaux et de magnésie ou de chaux et de manganèse. Il se proposait évidemment de comparer ces composés à la

Wollastonite et au pyroxène. Malheureusement les masses cristallines obtenues sont très confuses, et j'ai dû en abandonner l'étude. M. Le Châtelier et moi, nous nous occupons en ce moment d'essayer de compléter sur ce point les recherches d'Ebelmen. Nous espérons pouvoir présenter à l'Académie, si elle le permet, les résultats de notre travail, déjà fort avancé. »

MINÉRALOGIE. — *Note sur la reproduction artificielle de la pyrochroïte (hydrate manganeux cristallisé)*; par M. **A. DE SCHULTEN**, présentée par M. Fouqué.

« La synthèse de ce minéral, qui se trouve à Pajsberg et à Nordmarken, en Suède, peut être réalisée par l'emploi de la méthode dont je me suis servi pour faire cristalliser les hydrates de magnésium et de cadmium ([1]). La seule précaution à prendre dans la préparation de l'hydrate manganeux cristallisé est d'éviter avec soin l'accès de l'air.

» Pour préparer l'hydrate manganeux cristallisé, j'opère de la manière suivante. Je dissous, dans une fiole en verre de Bohême, 300^{gr} de potasse à l'alcool dans 500^{cc} d'eau, je ferme la fiole avec un bouchon et, tout en faisant passer un courant d'hydrogène ou de gaz d'éclairage par la fiole, je chauffe la solution de potasse à l'ébullition pendant quelque temps pour en expulser l'air. Je laisse refroidir un peu la solution de potasse et, à l'aide d'un entonnoir à robinet, j'y verse goutte à goutte et sans introduire de l'air une dissolution récemment bouillie de 15^{gr} à 17^{gr} de chlorure manganeux cristallisé $MnCl^2 + 4Aq$ dans 15^{cc} d'eau. Je réchauffe la liqueur ensuite jusqu'à ce que l'hydrate manganeux soit complètement dissous, ce qui arrive vers 160°.

» La solution, qui est parfaitement limpide et légèrement colorée en brun, laisse déposer des cristaux de l'hydrate manganeux par le refroidissement et se prend en une masse solide. Pour séparer les cristaux sans qu'ils s'oxydent, on traite la masse solide par l'eau qu'on a fait bouillir récemment en ayant soin d'opérer toujours dans une atmosphère d'hydrogène. Les cristaux doivent être lavés à l'eau jusqu'à ce qu'ils soient complètement débarrassés de la potasse. On les lave ensuite avec de l'alcool et de l'éther et on les dessèche à une très douce chaleur dans le courant d'hydrogène.

([1]) Voir *Comptes rendus*, t. CI, p. 72.

» Si l'on remplace la potasse par la soude dans les opérations précédentes, l'hydrate manganeux ne se dissout pas. Même en chauffant une dissolution de 100^gr de soude caustique dans 25^cc d'eau avec seulement 1^gr de $MnCl^2 + 4Aq$, jusqu'à la température de l'ébullition, environ 200°, je n'ai pu obtenir une dissolution limpide ; mais, en examinant au microscope le précipité d'hydrate manganeux obtenu dans cette opération, j'ai reconnu qu'il était transformé en très petits cristaux semblables à ceux qui étaient préparés au moyen de la potasse.

» L'hydrate manganeux cristallisé se dissout facilement dans l'acide chlorhydrique et dans une solution de chlorure d'ammonium. Chauffés au rouge, à l'air, les cristaux se transforment en oxyde manganoso-manganique brun, en conservant leur forme extérieure. Quand on les chauffe dans un courant d'hydrogène, ils perdent leur eau de constitution et donnent un résidu d'oxyde manganeux, qui est vert à chaud et gris à froid. La perte s'élève à 19,71 pour 100 [calculé pour $Mn(OH)^2$ 20,22 pour 100]. La composition des cristaux est celle de l'hydrate manganeux, ainsi que le montrent les nombres suivants, donnés par l'analyse :

	Trouvé.	Calculé.
MnO..........	79,65	79,78
H^2O...........	20,09	20,22
	99,74	100,00

» Dans cette analyse, l'eau a été déterminée par la calcination de la matière à l'air.

» La pyrochroïte artificielle se présente en prismes hexagonaux réguliers, très aplatis, d'environ 0^mm,2 de diamètre. Les cristaux sont parfaitement transparents et ont une légère teinte rougeâtre. A l'état pur ils ne ne s'oxydent à l'air que très lentement; mais, en présence de traces d'alcalis, ils s'altèrent beaucoup plus vite au contact de l'air et se colorent en brun, puis en noir. D'après M. Igelström, la pyrochroïte naturelle est blanche à l'état inaltéré et elle s'oxyde bientôt à l'air en devenant noire. La densité des cristaux s'élève à 3,258 à 15°.

» En examinant un cristal à plat au microscope, en lumière polarisée parallèle entre les nicols croisés, on voit qu'il demeure éteint dans toutes les positions. En lumière polarisée convergente, il présente la croix des cristaux à un axe. Cet axe est négatif comme dans les cristaux naturels (¹).

(¹) G. Flink, *Bihang till Svenska Vetenskaps-Academiens Handlingar,* Band XII, Afd. II (1887).

L'hydrate de cadmium est aussi négatif, tandis que l'hydrate de magnésium est positif, soit qu'il soit obtenu artificiellement ou produit par la nature. »

MINÉRALOGIE. — *De quelques pseudomorphoses d'enveloppe des mines de plomb du Puy-de-Dôme.* Note de M. **Ferd. Gonnard**, présentée par M. Fouqué.

« Les diverses mines du Puy-de-Dôme m'ont offert un certain nombre de pseudomorphoses, dont, à ma connaissance, il n'a pas été fait mention, et dont l'intérêt me semble justifier la présente Note.

» Ces pseudomorphoses, dites d'*enveloppe*, ou, pour les désigner par l'expression plus brève, proposée par Schéerer et reprise par Kenngott, ces périmorphoses se composent, comme on sait, de croûtes, le plus souvent cristallines, quelquefois amorphes, ordinairement assez minces, dont un minéral quelconque revêt un autre minéral. Le premier, enveloppant le second, en reproduit nécessairement la forme, d'une façon d'autant plus nette que la croûte est plus mince; et, si cette forme est caractéristique du minéral enveloppé, elle sert à faire deviner la nature de ce dernier, alors qu'il a disparu.

» Parmi ces périmorphoses, l'une des plus fréquentes dans les galeries de Roure est celle que réalise la pyromorphite brune, pseudomorphosant la cérusite et la galène. Sur ce dernier minéral, le dépôt de pyromorphite est tellement mince, que la périmorphose laisse voir la couleur des cristaux enveloppés. Pour la cérusite, le dépôt de pyromorphite est plus épais, et, si l'on vient à le briser, on reconnaît que, le plus souvent, l'enveloppe est absolument creuse et qu'elle reproduit, avec beaucoup de fidélité, la forme des cristaux simples ou maclés de cérusite. Des stalactites de même nature se sont parfois développées à l'intérieur de cette enveloppe, à partir de la paroi interne; d'autres fois, on y trouve un cristal de cérusite altérée, à arêtes arrondies et à faces striées. Ainsi, la cause qui a produit d'ordinaire la destruction de la cérusite n'a pas toujours eu son entier effet. Au reste, la disparition de la cérusite de cet intérieur s'explique aisément; il n'est pas hermétiquement clos. Les périmorphoses de pyromorphite ne reposent pas, d'une manière continue, sur les masses cristallines qu'elles ont recouvertes et masquées, ou encore (car ce phénomène a eu des actes

répétés) sur des périmorphoses antérieures de galène et de quartz, sur lesquelles elles se sont irrégulièrement développées; elles laissent de nombreux passages de sortie pour le minéral enveloppé, lorsqu'il subit l'action d'un dissolvant.

» Pour le noter en passant, ces altérations, sur la cause desquelles je me propose de revenir ultérieurement, ne sont pas rares dans le district minier de Pontgibaud, et atteignent non seulement les cristaux de la cérusite et de la galène de Roure, mais encore ceux de la bournonite et de la tétraédrite de Pranal.

» A côté des périmorphoses minces précitées, la pyromorphite de Roure forme parfois des revêtements d'une certaine épaisseur sur la galène; ceux-ci sont à structure compacte, et, à la surface seulement, se hérissent de cristaux prismatiques, dans lesquels on reconnaît, à la loupe ou même à simple vue, les prismes hexagonaux, formant ces groupements à axes parallèles si fréquents dans cette espèce. C'est donc à peine si, comme le fait remarquer Zirkel [*Elemente der Mineralogie* (*Naumann-Zirkel*, deuxième édition; 1881)], on peut donner à ces formations le nom de *pseudomorphoses*, dans l'acception rigoureuse du mot.

» Une autre pseudomorphose, de composition différente, est celle que forme le sidérose, qui, avec la blende, le quartz et la baryte, est la gangue ordinaire des minerais de la Brousse, Rosiers, Roure, Pranal, etc. Je tiens de M. Trencar, chimiste des fonderies de Pontgibaud, un échantillon de sidérose blond, assez remarquable à cet égard. Il est formé de prismes hexagonaux surmontés d'un rhomboèdre obtus; l'un de ces prismes a 12^{mm} de diamètre. La calcite ne se trouve pas au nombre des gangues habituelles du minerai de la Brousse, provenance de cet échantillon; on ne saurait, par conséquent, rapporter à cette espèce le minéral originaire. La croûte enveloppe est visiblement constituée par l'agglomération de très petits rhomboèdres, orientés suivant la même direction. Les masses ainsi disposées sur la galène sont creuses, et M. Trencar, les ayant percées à l'aide d'un poinçon, a constaté qu'elles étaient remplies d'un liquide, que malheureusement il n'a pu recueillir; mais, la nature du dépôt, qui subsiste encore à l'intérieur sur les parois de l'enveloppe, autorise la supposition que c'était une solution de carbonate de fer. Or, le sidérose, étant rhomboédrique, peut présenter la combinaison $b^1 d^1$, bien que les auteurs ne l'indiquent pas, alors qu'elle est, au contraire, fréquente dans la calcite; le sidérose serait donc ici pseudomorphique sous une forme qui peut lui

appartenir. Bien que Delesse ait déjà fait, dans ses Tableaux [*Recherches sur les pseudomorphoses* (*Annales des Mines*, 5e série, t. XVI; 1859)], mention de pseudomorphoses de sidérose, où ce minéral est tout à la fois enveloppant et enveloppé, le cas présent n'est pas moins à retenir, au moins pour la minéralogie locale.

» A Châteauneuf, sur la Sioule, où, depuis quelques années, la galène est l'objet de travaux de recherches, le minerai offre les mêmes gangues qu'à Pontgibaud, avec un peu de calcite en plus. J'ai trouvé sur des échantillons de cette localité des pseudomorphoses différentes de celles de la Brousse, mais auxquelles je puis encore appliquer la même observation. Ce sont de petits cristaux, de 2^{mm} à 3^{mm} de diamètre, de couleur blonde, à faces rugueuses et courbes. Ils présentent la triple combinaison pb^1a^1. Les faces b^1 sont fortement striées parallèlement aux côtés du triangle de la base. Le vide de la pseudomorphose se devine, sans qu'il soit nécessaire de la briser, à cause de la translucidité des cristaux plus forte au milieu des faces que sur les bords; d'ailleurs, certains de ces cristaux sont en parties cassés, et montrent l'épaisseur de la croûte cristalline. On n'aperçoit aucune trace du minéral originaire dans l'intérieur de ces enveloppes.

» Enfin, je tiens du frère Adelphe, de Clermont-Ferrand, une dernière périmorphose intéressante provenant de la mine de plomb d'Auzelle, près de Saint-Amant-Roche-Savine. Le minéral pseudomorphique est ici la pyrite; la détermination du minéral originaire, bien que celui-ci n'ait laissé aucune trace de son existence, se fait aisément; c'est la calcite. Cette supposition est justifiée par la forme de la pseudomorphose, qui est le rhomboèdre b^1 de ce minéral, et par l'existence du calcaire parmi les gangues de la galène d'Auzelle. La pyrite est cristallisée, et les cristaux constituant par leur agrégation la périmorphose offrent la combinaison du cube et du dodécaèdre pentagonal; ils sont agglomérés d'une façon irrégulière, et l'enveloppe qu'ils forment, et dont les arêtes n'ont pas moins de 10^{mm} à 12^{mm} de long, repose sur un quartz cristallisé sublaiteux, recouvert en outre çà et là de quelques cristaux isolés ou de groupes de cristaux de la même pyrite. »

ZOOLOGIE. — *Sur quelques points de l'embryogénie et du système nerveux des Lépadogasters*. Note de M. Frédéric Guitel ([1]), présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans l'œuf du *Lepadogaster Gouanii*, vingt-quatre heures après le commencement de la segmentation, qui n'offre rien de particulier à signaler, le blastoderme est constitué sous la forme d'une calotte. Le deuxième jour il s'étend sur le vitellus, et le troisième jour la bague embryonnaire est bien développée : le rudiment de l'embryon apparaît dirigeant son extrémité antérieure vers le pôle où s'est formé le blastoderme. Le quatrième jour, l'embryon s'allonge de plus en plus, les rudiments oculaires sont très saillants : ils se dépriment bientôt, l'oreille apparaît ainsi que la vésicule de Kupffer; les somites sont au nombre de six à dix, et, le sixième jour, le cristallin est presque totalement inclus dans l'œil; la vésicule de Kupffer a disparu et l'on compte environ quinze somites. A ce moment, les chromatophores apparaissent sur les côtés du corps, le cœur commence à battre, mais le sang ne circule pas encore; au septième jour, la circulation s'établit, les chromatophores augmentent, la queue se détache du vitellus et l'embryon commence à avoir des contractions musculaires. Du huitième au neuvième jour, la circulation devient plus active, la queue se dégage de plus en plus, les pectorales font leur apparition, les yeux se couvrent de pigment, le cœur se divise en oreillette et ventricule, la queue s'allonge beaucoup. Du dixième au onzième jour, la vessie natatoire se voit sur les coupes, les pectorales grandissent. Les douzième, treizième et quatorzième jours, les pectorales commencent à se mouvoir, la circulation de la vésicule ombilicale devient très active, les yeux prennent l'éclat métallique. Le dix-huitième jour, les pectorales sont très développées, situées immédiatement derrière l'oreille, qui est elle-même intimement adossée à l'œil, et déjà de structure complexe. Enfin, le vingtième jour, les embryons élevés en captivité éclosent, mais ils ont encore une grosse vésicule ombilicale, et leur éclosion est très prématurée.

([1]) Ce travail, commencé au laboratoire de Roscoff (Finistère), a été continué à Banyuls-sur-Mer (Pyrénées-Orientales).

» Le développement des *L. Candollii*, *bimaculatus* et *Wildenowii* ne diffère guère de celui du *L. Gouanii* que par le mode d'apparition des chromatophores, particulier à chacune de ces trois espèces.

» L'œuf très jeune du *L. Candollii* a un grand nombre de ses vésicules graisseuses d'un bleu intense; elles se décolorent par la suite. Les pontes développées en liberté et récoltées à un stade avancé me donnaient des éclosions prématurées ; mais j'ai pu me procurer ainsi des embryons beaucoup plus âgés que ceux qui provenaient des pontes élevées en captivité.

» Ces embryons, âgés de vingt-cinq à trente jours, mesurent 6^{mm} de long et $0^{mm},9$ à 1^{mm} de haut; ils ont la tête très grosse, presque prismatique dans sa forme générale ; derrière la tête, le corps se rétrécit brusquement, puis s'amincit progressivement jusqu'à l'extrémité caudale. Le corps de ces embryons est couvert de chromatophores jaunes, noirs et rouges, qui lui donnent une livrée facile à reconnaître. Les jaunes, au nombre de six à sept de chaque côté, sont les plus grands et sont disposés le long de la corde; les noirs, beaucoup plus nombreux et plus petits, existent sur presque toute l'étendue du corps, sauf sur le dernier tronçon de la queue et sur certaines parties de la tête; les rouges, très petits, sont dispersés entre les noirs. *Tous ont des mouvements de contraction g d'extension très rapides et faciles à observer sous le microscope*. Pendant la contraction, ils sont foncés; quand ils s'étoilent, ils deviennent beaucoup plus clairs. Le manque d'oxygène, les vapeurs d'éther, la fumée de tabac, etc., produisent l'étoilement des chromatophores.

» L'intestin, ouvert à ses deux extrémités, présente trois portions : une buccale, une stomacale et une rectale. Au niveau de la jonction des deux premières portions, un peu en avant du foie, qui est très volumineux, se trouve une vésicule ovoïde gonflée de gaz, blanche à la lumière transmise et noir foncé sous le microscope. *Cette vésicule, située entre le tube digestif et la corde est la vessie natatoire*. Elle se développe du dixième au onzième jour de la vie embryonnaire. Peu de temps après l'apparition du foie et un peu en avant de lui, l'intestin s'évagine du côté dorsal. Cette évagination augmente, se dilate, puis s'étrangle : la cavité de la vessie communique pendant quelque temps avec celle de l'intestin par un très étroit canal ; mais toute communication disparaît vers le treizième jour. Ce n'est que plus tard que la vessie se gonfle de gaz.

» *On sait que les Lépadogasters adultes sont privés de vessie natatoire : celle de l'embryon s'atrophie donc complètement dans la suite du développement*.

» Les pectorales apparaissent vers le huitième jour comme de petits

bourgeons saillants en arrière de l'oreille, sur la vésicule ombilicale ; elles s'élèvent peu à peu et, lors de l'éclosion, elles mesurent le $\frac{1}{8}$ de la longueur totale de l'embryon et sont situées immédiatement derrière l'oreille. Leur cartilage émet à sa partie inférieure une tige cylindrique qui se dirige d'avant en arrière, de haut en bas et de dehors en dedans; elle mesure $\frac{12}{100}$ de millimètre de longueur et se trouve située sur le côté de la vésicule ombilicale.

» Or, quand on regarde l'embryon en dessous, on aperçoit *entre les pectorales, sur la vésicule ombilicale, deux ailerons musculaires fortement saillants sur les côtés, situés immédiatement en arrière de la racine des pectorales et mesurant* $\frac{13}{100}$ *de millimètre (le* $\frac{1}{5}$ *de la longueur des pectorales). Le prolongement cartilagineux de la pectorale les suit dans toute leur longueur et cesse en même temps qu'eux.* Je n'hésite pas à considérer ces ailerons interpectoraux comme les premiers rudiments de l'appareil ventousaire; mais je n'ai pu les suivre assez longtemps pour les voir donner naissance à cet appareil.

» Les membres du *Lepadogaster Gouanii* sont innervés de la façon suivante : 1° les pectorales reçoivent leurs nerfs d'un plexus formé par une branche du grand hypoglosse et par les deux premières paires de nerfs spinaux; 2° les troisième et quatrième paires spinales se rendent à la ventouse antérieure; 3° la ventouse postérieure est innervée par les cinquième et sixième paires de nerfs spinaux et par un mince filet de la quatrième paire. Cette disposition plaide en faveur de l'hypothèse qui fait de la ventouse antérieure une dépendance de la pectorale (*coracoïdien*) de Cuvier.

Mais, en étudiant un très jeune *Lepadogaster Candollii*, long seulement de 10^{mm} et ayant déjà les caractères *extérieurs* de l'adulte, j'ai pu voir que les deux os de la ventouse antérieure ont à ce moment la structure des cartilages les mieux caractérisés, les cartilages branchiaux par exemple, tandis que l'os de la petite pectorale et les deux os de la ventouse postérieure sont absolument analogues, comme structure, à l'huméral, qui est un os de membrane.

» *Ces faits apportent un argument d'une grande valeur en faveur de l'hypothèse la plus généralement admise, qui consiste à homologuer d'une part la ventouse antérieure avec les ventrales, d'autre part les petites pectorales et la ventouse postérieure avec le coracoïdien, qui est un os de membrane.* »

ZOOLOGIE. — *Sur le système lacunaire dit* sanguin *et le système nerveux des Holothuries*. Note de M. **Edgard Hérouard**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« 1° *Système lacunaire dit* sanguin. — Le système lacunaire, dit *sanguin*, n'est pas confiné au pourtour de l'intestin chez les Holothuries, et, pour se faire une idée exacte de sa constitution, il importe de savoir que la paroi du corps se compose de trois zones principales, une externe ou conjonctive, une moyenne ou cellulaire, et une interne ou musculaire, et que les parois de tous les organes peuvent être considérées de même comme formées de trois zones principales, la zone moyenne étant toujours une zone cellulaire passant d'un organe à l'autre. C'est précisément cette zone moyenne qui est, à proprement parler, une *lacune générale* remplie d'éléments figurés, considérés comme éléments du sang, qui forme à elle seule toute la cavité du système sanguin. Cette lacune générale acquiert, en certains endroits, par suite de l'écartement plus accentué des deux zones entre lesquelles elle est contenue, une importance plus considérable, qui lui donne l'apparence de vaisseaux.

» Dans la paroi du corps, la lacune générale contient à son intérieur une couche continue formée d'éléments nerveux (troncs radiaux et leurs branches) assemblés par du tissu conjonctif. Cette couche nerveuse, dans laquelle est contenu aussi le canal nervien radial, adhère par toute sa face interne à la zone musculaire, sauf le long des vaisseaux du système aquifère; d'où il résulte qu'il existe le long de ceux-ci un espace lacunaire radial appartenant toujours à la zone moyenne des téguments, et qu'on peut considérer la lacune générale de la paroi comme divisée par la couche nerveuse en deux systèmes de lacunes, l'un externe qui s'étend sur tout le pourtour du corps, l'autre interne formé de cinq bandes radiales.

» Ces lacunes radiales rejoignent dans la paroi de l'appareil aquifère central la lacune générale, qui forme en cet endroit un anneau sanguin diffus, accolé à la face postérieure et interne de l'anneau aquifère. Cet anneau sanguin périœsophagien communique avec la cavité d'un organe formé de tissu aréolaire, situé à la base du canal du sable, et qui représente la glande ovoïde des autres Échinodermes, et, en outre, avec la lacune générale de l'intestin, par l'intermédiaire des tractus périœsophagiens. A

l'extrémité postérieure du corps, la zone moyenne des téguments est en rapport avec la zone correspondante de l'intestin, par l'intermédiaire des tractus péricloacaux.

» Le système lacunaire sanguin, ainsi constitué, baigne tous les organes, et reste entièrement séparé du système aquifère et de la cavité générale.

» 2° *Système nerveux.* — Le tronc nerveux radial présente, chez les Holothuries, deux portions séparées l'une de l'autre par une lame conjonctive, parallèle à la paroi du corps. Suivant toute apparence, la portion externe doit être un centre sensitif et la portion interne un centre moteur.

» On a cru jusqu'ici que, vers l'extrémité antérieure du corps, ces deux portions se réunissant formaient un seul tronc qui allait rejoindre l'anneau nerveux. Il n'en est rien : la portion externe seule rejoint cet anneau, tandis que la portion interne, avant d'arriver à la hauteur de l'anneau calcaire, se bifurque symétriquement au plan radial, et les deux branches résultant de cette bifurcation se recourbent, et gagnent les muscles rétracteurs, vers leurs points d'insertion à l'anneau calcaire.

» Ces branches qui se détachent du tronc nerveux radial sont de deux espèces : les unes courent dans les interradius, où elles constituent par leur enchevêtrement un véritable plexus, qui est l'homologue du plexus superficiel du test des Oursins; les autres, plus volumineuses, courent le long des tubes ambulacraires, et se comportent envers la paroi de ces tubes, comme les troncs nerveux radiaux envers la paroi du corps. L'ensemble de ces éléments nerveux forme la couche nerveuse, dont j'ai indiqué les rapports plus haut. Les branches, quelles qu'elles soient, se détachent toujours des bords latéraux du tronc radial; les deux portions de celui-ci entrent dans leur composition, mais dans les branches des tubes ambulacraires, c'est la portion externe qui domine; dans les branches interradiales au contraire, c'est la portion interne.

» De la face externe de ce plexus interradial, qui, par sa face interne, est en rapport avec les muscles circulaires, se détachent des filets nerveux qui, pénétrant normalement dans la zone externe des téguments, vont aboutir à la périphérie.

» Le tronc nerveux radial des Holothuries n'est pas situé au milieu d'un canal qu'il diviserait en deux portions, l'une interne, l'autre externe. La portion interne seule mérite le nom de *canal;* car, dans la lumière de la portion externe, qui est l'homologue du canal intranervien du tronc radial

des Oursins, sont tendues des fibres conjonctives qui pénètrent dans le tronc nerveux, et vont rejoindre la lamelle conjonctive qui la traverse transversalement ([1]). »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la* Testudo perpiniana *Depéret, gigantesque Tortue du pliocène moyen de Perpignan.* Note de MM. **Ch. Depéret** et **Alb. Donnezan**, présentée par M. Albert Gaudry.

« La grande Tortue pliocène, dont le squelette vient d'arriver au Muséum de Paris, n'est pas le premier sujet de la même espèce qui ait été découvert dans les limons pliocènes du Roussillon. Depuis une dizaine d'années, trois carapaces plus ou moins entières avaient été trouvées dans les briqueteries situées à peu de distance des portes Canet et Saint-Martin, à Perpignan; l'une d'elles, incomplète en avant, est conservée au musée de cette ville; sa longueur est de $0^m,75$. En 1885, M. E. Pépratx trouvait au mas Belrich, non loin d'Elne, des fragments de carapace et des os des membres d'un sujet de très grande taille. L'un de nous ([2]) a déjà décrit sommairement et figuré quelques-unes de ces pièces, en les attribuant à une Tortue terrestre nouvelle, qu'il a appelée *Testudo perpiniana*.

» En ajoutant à ces découvertes celle du magnifique sujet qui vient d'être exhumé des argiles du fort du Serrat, à Perpignan, on doit penser que cette belle espèce a dû être commune en Roussillon à l'époque où vivaient dans ce pays le *Mastodon arvernensis*, le *Rhinoceros leptorhinus*, le *Macacus priscus*, c'est-à-dire les animaux du pliocène moyen ou étage *astien*.

» La taille de ce dernier sujet est gigantesque et dépasse celle de toutes les Tortues de terre actuelles ou récemment éteintes. Sa carapace mesure en ligne droite $1^m,20$, le diamètre transverse maximum étant de 1^m; le pourtour de cette carapace compte $3^m,85$. Dans la plus grande des Tortues géantes actuelles, la *T. elephantina* d'Aldabra, la carapace atteint à peu près 1^m. Cependant la Tortue signalée par M. le professeur Gaudry dans les limons miocènes du Léberon devait, à en juger par une portion de

---

([1]) Ce travail a été poursuivi durant deux années, dans les laboratoires Arago et de Roscoff.

([2]) Ch. Depéret, *Desc. bass. tert. Rouss.* (*Ann. Sc. géol.*, 1885, p. 214, Pl. IV, fig. 13-14).

tibia conservée au Muséum de Paris, atteindre la taille de la Tortue du Roussillon.

» La carapace de la *T. perpiniana* est de forme ovale rectangulaire, élargie, un peu dilatée en arrière; son profil est faiblement, mais régulièrement convexe, sauf dans la partie postérieure qui est déprimée et fuyante. Elle est moins bombée que dans la plupart des Tortues géantes et, en particulier, que dans les espèces de l'archipel d'Aldabra et dans celui des Galapagos. C'est seulement parmi les espèces éteintes des Mascareignes (*T. triserrata* de Maurice, *T. Vosmœri* de Rodriguez) et de Madagascar (*T. Grandidieri*) que l'on voit des carapaces aussi déprimées que celle de la *T. perpiniana*. Cette forme surbaissée, bien qu'elle puisse avoir été exagérée par la pression des couches d'argile, existe dans tous les sujets que j'ai vus de cette espèce, et elle annonce peut-être un habitat moins exclusivement terrestre que celui des Chersites en général.

» Les affinités de la *T. perpiniana* avec les Tortues de Maurice se révèlent encore dans d'autres détails de la carapace; celle-ci, comme dans les *T. inepta* et *triserrata*, est relativement mince, et les plaques osseuses s'épaississent seulement vers les bords; sa surface est lisse, dépourvue des grosses bosselures si apparentes chez les *T. elephantina*, *elephantopus Grandidieri*, et à un degré moindre dans les autres espèces d'Aldabra et des Galapagos.

» Le bombement que l'on remarque sur la dernière plaque vertébrale, et qui est destiné à loger la queue de l'animal, est très prononcé dans l'espèce pliocène; il en est de même, avec une forme un peu différente, chez les Tortues de Maurice et de Madagascar. Ce bombement caudal est bien moins saillant ou fait même défaut dans les autres espèces de Tortues géantes.

» La plaque nuchale est absente dans la Tortue du Roussillon, caractère qui suffirait à la distinguer de toutes les espèces d'Aldabra, mais qui est commun avec toutes les autres Tortues géantes.

» Le plastron de la *T. perpiniana* est très développé; il égale la longueur de la carapace, qui est de $1^{m},20$. Un pareil développement du sternum éloigne la Tortue pliocène des Tortues de Maurice, remarquables par la brièveté de leur plastron. C'est seulement dans les *T. elephantina* et *ponderosa*, d'Aldabra, et dans la *T. nigrita* américaine que l'on observe des plastrons aussi grands en proportion que chez la Tortue de Perpignan; encore, dans ces espèces, la longueur du plastron est-elle notablement moindre que celle de la carapace.

» Il résulte de cette grandeur du plastron que les deux ouvertures de la boîte osseuse sont assez étroites dans la *T. perpiniana*.

» Le prolongement antérieur du plastron ressemble beaucoup à celui de la *T. triserrata*, de Maurice; il est large, épaissi en avant sur son bord libre; son extrémité est mousse et tronquée, partagée en deux gros bourrelets par une échancrure médiane peu profonde. La partie antérieure du sternum est à peu près semblable dans les Tortues d'Aldabra, mais toujours de forme moins élargie. Dans les Tortues de Rodriguez, de Madagascar et des Galapagos, la pointe antérieure du sternum est encore plus étroite et plus grêle.

» L'écaille gulaire était probablement simple dans la *Testudo perpiniana*, bien qu'il soit difficile de se prononcer à cet égard en toute certitude sur des pièces fossiles; ce caractère ne se trouve que dans les espèces de Maurice, à l'exclusion des autres Tortues géantes.

» Le prolongement postérieur du sternum est large et profondément excisé en arrière par une échancrure rectangulaire.

» La tête de la *T. perpiniana* est grosse, si on la compare à celle des autres Tortues géantes, qui ont, en général, une petite tête. Le profil de la région frontale, au lieu d'être fortement bombé comme dans les espèces d'Aldabra, est à peine convexe; le profil supérieur du crâne se continue en pente douce avec le profil de la région nasale, qui est un peu concave. Dans l'ensemble, la forme de la tête ressemble plus à celle de la *T. inepta*, de Maurice, qu'à celle des autres espèces des Mascareignes et de l'archipel américain.

» Les os des membres, en particulier l'humérus et le fémur, ne sont pas aussi trapus que dans les espèces du groupe de l'Éléphantine; ils se rapprochent par leurs proportions des os des *T. inepta, triserrata*, de Maurice; des *T. elephantopus, ephippium*, des Galapagos, sans être aussi grêles que ceux de la *T. Vosmœri*, de Rodriguez. Les phalanges unguéales sont remarquables par leur forme étroite et allongée qui contraste avec la largeur et la forme triangulaire de ces phalanges dans la *T. elephantina*.

» En résumé, la *T. perpiniana* ne peut être comprise dans aucun des grands groupes géographiques dans lesquels ont été classées les Tortues géantes actuelles, mais elle présente quelques traits communs avec chacun d'entre eux. Ses affinités les plus frappantes sont pour les Tortues de Maurice (*T. inepta* et *triserrata*), avec lesquelles elle possède en commun : la forme de la carapace déprimée et lisse, quoique moins étroite que dans ces espèces; la minceur relative des plaques vertébro-costales; l'existence d'un

fort bombement caudal; l'absence de plaque nuchale; l'existence d'une écaille gulaire simple; la faible convexité de la région frontale; la forme générale du profil cranien; la gracilité relative des membres. Elle diffère surtout de ces espèces par le grand développement de son sternum qui la rapproche de quelques-unes des Tortues d'Aldabra et des Galapagos. »

PHYSIOLOGIE. — *Analyse de l'action physiologique de la cocaïne.* Note de M. **Marc Laffont**, présentée par M. Brown-Séquard.

» .... Lorsque l'action analgésiante de la cocaïne revint à l'ordre du jour, en 1884, Vulpian, MM. Laborde, Grasset étudièrent à nouveau l'action de la cocaïne et observèrent ses effets sur la pression artérielle, la dilatation de la pupille; ils notèrent également son pouvoir convulsivant, déjà étudié en Allemagne. Vulpian signala plus particulièrement l'ivresse spéciale provoquée par l'injection intra-veineuse de cet alcaloïde, et M. Laborde, la persistance de l'anesthésie périphérique. J'ajouterai que Sprimont, Halsted et Hall signalèrent l'action de cet alcaloïde sur le péristaltisme de l'estomac et de l'intestin, enfin que Schilling considéra le nitrate d'amyle comme l'antagoniste du chlorhydrate de cocaïne.

» Cependant, aucun de ces observateurs n'avait analysé l'action de cette substance et expliqué le mode de production de tous ces phénomènes physiologiques ou morbides. J'ai entrepris cette étude et vais en exposer les résultats.

» *Méthode expérimentale.* — Sur différents animaux (chiens, chats, lapins) on isole le nerf vague, le sympathique, le nerf, la veine et l'artère cruraux; on met cette dernière en rapport avec un manomètre sphygmoscopique, et l'on note à l'état physiologique : le rythme cardiaque, l'état de la pression artérielle, l'intensité des réflexes sensoriels (retentissement sur le cœur et la pression artérielle de l'irritation des narines par des vapeurs d'ammoniaque) et sensitifs (effets sur la pression et le rythme cardiaque, de l'écrasement des orteils); on s'assure également de l'intégrité de la fonction d'arrêt cardiaque par excitation du nerf pneumogastrique. Ceci fait, on pousse lentement dans la veine crurale une injection de chlorhydrate de cocaïne en solution, à dose physiologique (0,002 par kilogr.) ou toxique (à partir de 0,005 par kilogr.).

» Les effets de cette injection à dose physiologique sont les suivants, que je décris par ordre d'apparition :

» 1° Diminution de la pression artérielle et de la fréquence des batte-

ments du cœur, cette dernière par action immédiate d'insensibilisation sur la surface de l'endocarde.

» 2° Augmentation considérable de la pression artérielle et fréquence plus grande des battements du cœur par excitation des nerfs sympathiques accélérateurs et vaso-constricteurs.

» 3° Dilatation de la pupille, projection du globe oculaire par action sur la capsule oculo-orbitaire à fibres lisses.

» 4° Contraction énergique de tous les muscles à fibres lisses (estomac, intestin, vessie) et production de borborygmes.

» 5° Diminution et même abolition des réflexes vasculaires sensitifs et sensoriels.

» 6° La sensibilité du tronc nerveux mixte persiste et augmente; l'animal, qui ne réagit pas à l'irritation des narines par des vapeurs d'ammoniaque et à l'écrasement des orteils, entre en fureur lorsqu'on excite avec un courant faradique faible le tronc du nerf crural.

» 7° Les phénomènes d'arrêt du cœur par faradisation du nerf vague ou du myocarde ne sont pas altérés.

Si la dose injectée est toxique, les battements du cœur restent ralentis, comme si le cœur, n'étant plus impressionné par l'arrivée du sang qui excite physiologiquement ses contractions, se laissait distendre et était frappé, pour ainsi dire, de parésie. De plus, il se produit alors des mouvements spasmodiques, des contractures tétaniques par augmentation de l'excitabilité réflexe neuro-musculaire.

» Afin de décider la question de savoir si la suppression des réflexes sensitifs et sensoriels, c'est-à-dire l'anesthésie périphérique, tient ou non à la constriction vasculaire périphérique, j'ai dû rechercher un agent antagoniste de la cocaïne au point de vue vasculaire.

» J'ai choisi la *pilocarpine* préférablement à l'*ésérine*, à cause de sa toxicité moins grande, et j'ai injecté dans la veine préparée, dès l'apparition de la suppression des réflexes sensoriels et sensitifs, une quantité de nitrate de pilocarpine dissous au moins égale à celle de chlorhydrate de cocaïne déjà employée.

» Quelques minutes après cette seconde injection surajoutée, la pression artérielle diminue, les vaisseaux de l'oreille se dilatent (le phénomène est surtout visible chez le lapin), la pupille se contracte.

» Ce phénomène d'antagonisme vasculaire n'étant pas fugace comme celui que l'on obtient par les inhalations de quelques gouttes de nitrite d'amyle, préconisé par Schilling, on peut à loisir rechercher ce que sont

devenus les phénomènes d'anesthésie périphérique et sensorielle provoqués par l'action de la cocaïne. Ces phénomènes persistent dans toute leur intégrité. La pilocarpine n'est donc l'antagoniste de la cocaïne qu'au point de vue vasculaire et oculo-pupillaire. L'alcaloïde des feuilles de coca possède donc une action anesthésiante spéciale, ainsi que le faisaient supposer les expériences de M. Brown-Séquard.

» Examinons maintenant ce qui se passe du côté sensoriel proprement dit. Cet examen des modifications apportées dans le fonctionnement des organes sensoriels va nous permettre d'expliquer la nature de cette ivresse cocaïnique particulière signalée par Vulpian.

» 1° *Sensibilité générale* ou *algesthésie*. — Nous avons vu qu'elle était complètement abolie.

» 2° *Odorat*. — Ce sens est également inhibé, d'après ce que nous indique la perte des réflexes par irritation des narines.

» 3° *Goût*. — L'impression sur la langue de substances sapides n'est plus perçue.

» 4° *Vue*. — L'animal ne voit plus et, dans ses mouvements de fureur, ne cherche pas à prendre la main placée au ras de son museau.

» 5° *Ouïe*. — Ce sens disparaît en dernier lieu, car les secousses tétaniques, provoquées au début de l'intoxication cocaïnique par un coup frappé sur la table, ne produisent plus d'effet postérieurement.

» L'animal, privé de ses sens, est isolé au milieu de tout ce qui l'entoure, il est comme plongé dans le néant. Cependant, les cris qu'il pousse lorsqu'on excite le nerf crural, les efforts qu'il fait pour s'enfuir, nous montrent que les propriétés encéphalo-médullaires sont intactes et même accrues. On peut donc s'imaginer aisément les épouvantables cauchemars venant alors assaillir le cerveau surexcité de cet animal qui n'est plus en relation avec le monde extérieur. De là, ces attitudes d'hébétement ou de frayeur, d'horripilation intense qui offrent quelquefois un tableau saisissant. D'après tout ceci, la cocaïne inhibe les terminaisons des nerfs sensoriels comme celles des nerfs de sensibilité générale.

» Nous pouvons donc définir l'action de la cocaïne de la façon suivante. La *cocaïne* exalte le fonctionnement du système nerveux grand sympathique; sous son action, les vaisseaux se contractent, ainsi que tous les organes à muscles lisses, tels que l'estomac, l'intestin, la vessie, la capsule oculo-orbitaire, l'iris. La *cocaïne* paralyse les extrémités des nerfs sensoriels et sensitifs. Elle est, au point de vue des terminaisons sensitives des nerfs, ce qu'est le *curare* au point de vue des plaques motrices.

» L'analogie de ces deux substances est plus grande qu'on ne pourrait le croire au premier abord. L'une et l'autre ont une action identique excito-médullaire. L'une et l'autre respectent les fonctions de la continuité du nerf. Ces deux substances ne diffèrent que dans leur action sur les terminaisons nerveuses. Le *curare* paralyse les plexus vaso-constricteurs intra-vasculaires et les plaques motrices terminales des nerfs moteurs. La *cocaïne* excite les plexus vaso-constricteurs intra-vasculaires et les contractions de tous les muscles à fibres lisses; elle inhibe les terminaisons nerveuses des nerfs sensitifs et sensoriels ([1]). »

PHYSIOLOGIE. — *Observations au sujet d'une Note de M.* de Saint-Martin. Note de M. **A. Dastre**, présentée par M. Brown-Séquard.

« Dans un travail présenté récemment à l'Académie (5 décembre 1887, t. CV, p. 1127) M. de Saint-Martin annonce que, contrairement aux assertions de Paul Bert, dans l'anesthésie chloroformique suffisamment prolongée, le sang s'appauvrit en oxygène et se charge d'une plus grande quantité d'acide carbonique. Dans une autre partie, il étudie les variations de l'acide carbonique exhalé.

» Ces résultats ne sont nullement nouveaux, ni surtout contradictoires à ceux de Paul Bert. Ils sont, au contraire, la confirmation pure et simple des faits et des conclusions publiés deux ans auparavant par Paul Bert (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 4 juillet 1885, p. 444), dans un travail beaucoup plus complet que celui de M. de Saint-Martin, car il s'étend à toutes les principales circonstances de l'anesthésie. Pour trouver matière à contradiction, il faut remonter à des expériences antérieures à 1870, incomplètes au dire même de leur auteur, et dont les résultats n'étaient évidemment relatifs qu'au sommeil qui suit de près la période d'agitation. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Étiologie de la pneumonie contagieuse des porcs*. Note de MM. **Cornil** et **Chantemesse**, présentée par M. A. Chauveau.

« Il existe depuis plusieurs années en France une maladie du porc, contagieuse au plus haut degré, se terminant par une péripneumonie fibri-

([1]) Travail du laboratoire de M. le professeur Rouget au Muséum.

neuse, presque toujours mortelle. Cette maladie a été méconnue; on l'a confondue avec le rouget et on lui a appliqué, sans aucun effet utile, les procédés de vaccination de cette dernière maladie.

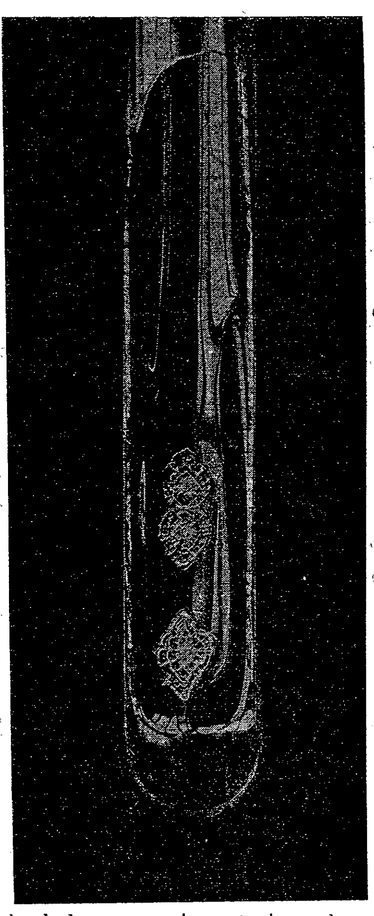
» Cette pneumonie contagieuse a fait son apparition, vers la fin de l'année 1883, dans les porcheries des nourrisseurs de Gentilly, qu'elle a peu à peu dépeuplées. Tous les efforts tentés contre elle, et en particulier le vaccin du rouget, ont été infructueux.

» Au début de la maladie, les animaux sont fatigués et restent couchés; en même temps apparaissent la toux et la gêne respiratoire. La fièvre s'élève, l'appétit diminue et l'amaigrissement fait des progrès. La peau du ventre et du flanc présente souvent une teinte rougeâtre qui a fait confondre la maladie avec le rouget; la peau du cou offre des plaques noirâtres dues à l'accumulation de poussières et d'impuretés, au niveau desquelles les poils tombent ou s'arrachent facilement. Les animaux sont couchés, silencieux, et ne poussent de grognements plaintifs que lorsqu'on les déplace. Dès le début, on observe de la diarrhée muqueuse, blanchâtre, fétide, qui tantôt persiste jusqu'à la fin de la maladie, tantôt est remplacée par de la constipation. La durée totale de la maladie varie de vingt à trente jours. Elle se distingue du rouget par sa lenteur, par la prédominance des symptômes pulmonaires et par les caractères des micro-organismes qui la causent.

» Nous avions déjà trouvé, sur les coupes d'un poumon hépatisé mis à notre disposition par M. Mégnin, de petites bactéries, lorsque, au mois de juin de cette année, M. Gourbeyre, nourrisseur à Gentilly, nous pria d'étudier cette pneumonie dont mouraient tous ses animaux. L'immense majorité d'entre eux succombait, mais quelques-uns cependant, après avoir été malades, contractaient l'immunité. La pneumonie avait ravagé depuis plus d'un an les étables de Gentilly, malgré l'isolement des malades et la désinfection des étables avec la poudre de chaux vive. La maladie revenait trois semaines après que les étables étaient de nouveau repeuplées de leurs habitants. La cause première et la plus active de l'infection était le séjour des porcs au marché de la Villette où affluent les animaux de tous les pays. Les conditions de la contagion y sont telles que les animaux sains, conduits au marché, puis ramenés à l'étable, y rapportaient presque invariablement la pneumonie contagieuse. Aussi les nourrisseurs de Gentilly, connaissant le danger, vendent-ils toujours à la boucherie les porcs qui ont passé plusieurs heures au marché de la Villette.

» Sur notre demande, M. Gourbeyre fit abattre un porc malade depuis

quelques jours. Celui-ci présentait dans les deux poumons des noyaux de broncho-pneumonie. Séance tenante, des ensemencements furent faits avec le suc du poumon, du foie, de la rate et du sang. Les semences avec le sang et la rate restèrent stériles. Le poumon et le foie donnèrent des cultures pures dont voici les caractères. La culture ne liquéfie pas la géla-



Microbe de la pneumonie contagieuse des porcs.

tine. Elle donne sur la surface une tache transparente, tantôt épaisse et ramassée et tantôt étalée. Lorsque les colonies sont clairsemées, elles prennent une apparence très élégante, rappelant un ouvrage de ciselure formé de cercles concentriques reliés par de fines dentelles. Sur l'agar, tache laiteuse bordée d'une dentelle; dans le bouillon, pas de caractères particuliers; sur la pomme de terre, culture abondante de couleur grise.

Toutes ces cultures contiennent à l'état de pureté le même microbe. C'est une petite bactérie ovale, ou un bâtonnet terminé par des extrémités ovalaires. Il mesure 1^{μ} à 2^{μ} de longueur, sur $0^{\mu},3$ à $0^{\mu},4$ de diamètre. Il est immobile, aérobie et facultativement anaérobie.

» Avec une culture pure dans du bouillon, nous avons inoculé deux porcs que M. Gourbeyre a mis gracieusement à notre disposition, des lapins, des cobayes, des souris, des pigeons.

» Le 1er juillet 1887, un porc reçut dans le poumon droit $\frac{1}{4}$ de centimètre cube d'une culture récente dans le bouillon, injectée avec la seringue de Pravaz. Le 2 juillet, l'animal paraît manifestement malade, il mange peu, reste couché, la température marque 40°. Les jours suivants, l'animal est pris de diarrhée, il maigrit et la respiration est plus rapide que normalement. Au point d'inoculation, on entend dans le poumon de petits râles crépitants et sous-crépitants qui n'existent pas du côté opposé. La peau se recouvre de plaques noires dues à des impuretés. L'animal succombe le 28 juillet. A l'autopsie, le poumon droit est atteint de broncho-pneumonie généralisée. Le poumon gauche présente quelques lobules hépatisés. Les reins montrent une néphrite intense. L'urine est albumineuse. Le gros intestin est parsemé de tumeurs solides variant du volume d'une petite noix à une lentille. La plupart des ganglions lymphatiques sont tuméfiés. Dans le suc obtenu par le raclage du poumon, des ganglions, des tumeurs intestinales, du foie, de la rate, des reins, dans l'urine, la bile et le sang, on trouve à l'état de pureté le microbe inoculé. Il se montre en abondance dans les matières fécales.

» Les mêmes cultures tuaient en peu de jours les lapins, les cobayes, les souris. Les pigeons se montraient réfractaires. Dans le sang des souris, le microbe pullule abondamment. Il prend ici des dimensions un peu plus grandes et montre un espace clair à son centre, quand il est coloré avec le bleu de méthylène. Il se voit dans le plasma sanguin et dans les globules blancs où l'on découvre parfois cinq ou six bâtonnets ou même plus.

» Les lésions que nous venons de décrire indiquent que la pneumonie contagieuse des porcs est une maladie infectieuse générale, plutôt qu'une affection pulmonaire localisée. La prédominance des symptômes pulmonaires est le résultat du mode d'introduction du virus, qui se fait le plus souvent par la respiration; mais la maladie peut aussi se gagner par la voie digestive ou par une blessure cutanée.

» Cette maladie des porcs nous paraît être de même nature que celle décrite en Allemagne par Lœffler et Schütz sous le nom de *Schweineseuche*

et que celle qu'on a vue l'année dernière en Amérique et que Salmon et Smith ont considérée comme une maladie nouvelle sous la dénomination de *swine-plague*, d'après le rapport de M. Baumgarten.

» Les auteurs allemands ont montré que le bacille ovalaire reproduisait la maladie chez le porc et qu'il était pathogène pour certaines espèces animales. Là s'est borné leur travail.

» Dans la présente Note, nous voulons signaler l'existence en France de cette grave maladie et indiquer son mode de propagation à Paris et dans la banlieue par le marché de la Villette.

» Dans une Communication prochaine, nous ferons connaître les principales propriétés biologiques du virus, ses réactions vis-à-vis des antiseptiques, de l'oxygène et de la chaleur. Nous indiquerons les procédés avec lesquels nous avons produit des virus atténués qui donnent à plusieurs espèces animales l'immunité contre le microbe virulent. »

MÉDECINE. — *Pathologie de l'urticaire hydatique*. Note de M. **Debove**, présentée par M. Bouchard.

« Chez les malades atteints de kyste hydatique, soit à la suite d'une ponction, soit lorsque le kyste s'ouvre spontanément dans le péritoine, il survient fréquemment une éruption d'urticaire: diverses théories ont été émises pour l'expliquer; la plus vraisemblable est celle qui en fait une urticaire toxique; nos expériences démontrent la vérité de cette théorie.

» Par une ponction, faite dans un but thérapeutique, nous avons extrait, chez une malade atteinte de kyste hydatique du foie, 500^{gr} de liquide transparent, non albumineux, contenant des hydatides. Ce liquide étant filtré, nous en avons injecté trois seringues de Pravaz, en trois points différents, sous la peau du ventre de trois sujets qui n'avaient jamais eu d'éruption ortiée :

» Le premier sujet ne présenta rien de particulier.

» Le deuxième sujet eut une éruption ortiée qui fut locale, c'est-à-dire que, dix minutes après l'injection, il présenta trois grandes plaques d'urticaire papuleuse aux points où les injections avaient été faites. La piqûre correspondait au centre de la papule. Cette éruption disparut au bout d'une heure.

» Le troisième sujet eut, comme le deuxième, une éruption locale ; mais,

en outre, il apparut, vingt minutes après l'injection, quatre grandes plaques d'urticaire papuleuse, à la partie postérieure du tronc; elles persistèrent une heure. Six heures plus tard (sans nouvelle injection), il se fit une éruption caractéristique et confluente d'urticaire sur la partie antérieure des bras et des avant-bras.

» Ces expériences nous paraissent démontrer le rôle joué par la résorption du liquide hydatique dans le développement de l'urticaire. Elles montrent encore que tous les individus ne sont pas également susceptibles, puisque le premier sujet n'eut aucun accident.

» Le second sujet eut une urticaire locale. Il est probable que l'absorption du liquide hydatique l'a prédisposé à l'urticaire; mais, ce liquide étant en petite quantité, elle s'est produite seulement au point où est venu se surajouter une cause locale.

» Le troisième sujet a eu deux éruptions, l'une locale, l'autre générale, et cette dernière s'est faite en deux temps. Cette particularité mérite d'être relevée. Chez les malades, en effet, atteints de kystes du foie et ponctionnés, on peut voir apparaître plusieurs éruptions successives; théoriquement, elles sont attribuées à la pénétration de nouvelles quantités de liquide hydatique dans la cavité péritonéale. Il n'en est rien, puisque, dans notre expérience, une seule injection a produit deux poussées éruptives, n'ayant pas le même siége et qui se sont produites à six heures d'intervalle.

» L'ensemble de ces expériences nous paraît démontrer que l'urticaire hydatique est le résultat d'une auto-intoxication et que les divers sujets y sont inégalement prédisposés. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la reproduction expérimentale des trombes.* Note du P. MARC DECHEVRENS, présentée par M. C. Wolf.

« On a reproché aux expériences de M. Colladon, relatives à la giration d'un liquide tenant des poussières en suspension, de ne pas reproduire exactement le phénomène de la trombe qui a sa pointe en bas contre le sol et son sommet béant dans les nuages. Si le dessin que l'on donne généralement de ces expériences est correct, l'objection est obviée.

» Mais on se demande pourquoi le célèbre physicien de Genève a choisi pour exécuter son expérience, pourquoi il propose comme instrument de démonstration, un vase *à fond concave*? N'est-ce pas s'écarter sans raison

de la réalité? Loin d'être concave, la surface de la Terre doit être considérée comme plane, ou tout au moins comme légèrement convexe. Cela n'est pas indifférent, à en juger par les résultats. Si donc l'on veut essayer de reproduire artificiellement une trombe en se servant d'un liquide, prenons tout d'abord un vase circulaire *à fond plat*. C'est ce que j'ai fait à Zi-Ka-Wei, en Chine, dans mes expériences de 1880, dont M. Colladon a dit un mot dans une séance de l'Académie des Sciences au mois de décembre dernier.

» Or, voici ce que j'ai toujours observé dans ces vases à fond plat quand le mouvement de giration était communiqué au liquide à l'aide d'un petit moulinet formé de quatre palettes verticales et installé aux deux tiers de la hauteur du liquide.

» Ayant attendu patiemment que les poussières les plus fines restées en suspension par toute la masse liquide se fussent mises au repos absolu et le fond du vase étant uniformément couvert des particules plus lourdes, je commençais par tourner très lentement le moulinet. Dès le premier mouvement, les poussières placées au milieu et immédiatement au-dessous du moulinet s'ébranlaient et montaient, puis celles qui leur étaient inférieures s'ébranlaient à leur tour et, prenant d'abord la place des premières, s'élevaient ensuite comme elles jusqu'au moulinet qui les rejetait de même vers les bords du vase. Le mouvement d'ascension se communiquait ainsi de proche en proche, de haut en bas, à toutes les couches le long de l'axe jusqu'à ce qu'il atteignît le fond. A ce moment, sur ce fond même, les poussières les plus éloignées de l'axe sortaient du repos, se soulevaient légèrement et roulaient sur le fond en se dirigeant vers le milieu du vase, décrivant manifestement des arcs de spires convergentes. Arrivées au centre même, toujours contre le fond, elles étaient soudainement enlevées avec vivacité et s'élevaient en tourbillonnant. On eût dit qu'elles s'échappaient d'un étroit orifice percé au centre d'un disque qui, précédemment, les recouvrait en les séparant du liquide superposé. Tout en montant, d'abord très vivement, puis lentement, le filet s'élargissait et s'évasait jusqu'à prendre un diamètre égal à celui du moulinet en rotation. Mais, auparavant, les particules trop lourdes sont retombées de côté en gerbes; quant aux plus légères qui continuaient à s'élever, elles se séparaient bientôt en plusieurs filets distincts tourbillonnant autour de l'axe et allant se perdre dans le plan du moulinet qui ne cessait de les rejeter vers les bords du vase, d'où toutes ces particules redescendaient vers le fond pour recommencer de nouvelles circulations. Mais alors elles ne revenaient plus en

masse jusque contre le fond; car, dès que toutes les poussières qui y avaient été primitivement déposées en avaient été enlevées par l'aspiration axiale, la colonne ascendante perdait son gracieux aspect du début : la trombe était finie. On ne voyait plus qu'un tourbillonnement et une circulation générale de la circonférence vers l'axe, en bas, de l'axe vers la circonférence, à la hauteur du moulinet, probablement telle qu'elle doit se réaliser dans les grands mouvements tourbillonnaires de l'atmosphère.

» D'après cette expérience, la durée de la visibilité d'une trombe pourrait dépendre, non plus uniquement de la durée du tourbillon générateur dans la région des nuages, mais surtout de la masse de poussières (trombes de sable) ou de vapeurs (trombes marines) que la giration supérieure, supposée stationnaire, est capable d'enlever de la surface du sol ou dans les plus basses couches de l'air dans un rayon qui varie avec l'intensité du mouvement générateur.

» Dans quelques cas, que je ne pouvais pas reproduire à mon gré, j'ai vu le filet de poussières, qui se détache du fond à angle droit, se conserver tel sans s'évaser sensiblement jusque près du moulinet; il se tordait sur lui-même comme un serpent et présentait bien l'aspect particulier de certaines trombes marines.

» En déplaçant le moulinet, en le promenant dans le liquide, on arrivait à déplacer aussi l'origine inférieure de la trombe ascendante.

» Je crois inutile de dire que la portion du liquide placée au-dessus du plan du moulinet a toujours présenté des mouvements opposés à ceux de la portion inférieure. Mais la surface extérieure se creusait au centre en forme d'entonnoir, et les matières en suspension qui affluaient des bords du vase glissaient en tourbillonnant le long des parois inclinées de cette cavité conique. On avait là la reproduction assez exacte des tourbillons ordinaires des cours d'eau dont il est aisé de voir maintenant tout le mécanisme. Si le fond des rivières est affouillé par ces tourbillons, ce n'est pas la giration supérieure descendante et seule visible qui produit cet effet, mais bien la giration inférieure, ascendante et invisible, incomparablement plus énergique. Dans ces sortes de tourbillons, notre moulinet est remplacé par les girations qui prennent naturellement naissance de toutes les inégalités de vitesse des filets liquides juxtaposés dans cette portion du courant où les mouvements sont les plus libres et la vitesse la plus grande et qui n'est ni tout en bas, ni tout en haut, ni enfin près des bords de la rivière. On aura à la fois un bon exemple de la puissance d'enlèvement vertical de ces tourbillons artificiels et un curieux spectacle

digne d'être reproduit, si l'on superpose deux liquides, du pétrole et de l'eau, et qu'on place le moulinet dans le milieu de l'eau. Le pétrole se gonfle, se soulève en cône, pénètre profondément dans la masse supérieure en tournoyant, se boursoufle, crève le long de ses flancs et lance de toutes parts des globules liquides qui tourbillonnent en montant. L'affouillement des rivières dans les tourbillons liquides, les ravages par arrachement, si souvent constatés dans les trombes et les tornados, sont donc facilement expliqués avec des girations ascendantes.

» Dans les trombes marines, le mouvement se propageant en réalité de haut en bas, la colonne doit *paraître* descendre la pointe en bas, car l'aspiration, qui est la conséquence de la première giration horizontale supérieure, est maximum sur l'axe. On peut expliquer sa visibilité par la condensation, dans un étroit espace qui se sature rapidement, de toutes les vapeurs qui sont entraînées et enfermées de toutes parts dans la colonne ascendante. Elle cesserait d'être visible quand elle aurait pour ainsi parler, comme je l'ai déjà dit, vidé de sa vapeur l'air ambiant; elle paraîtra alors remonter vers les nues, la pointe toujours en bas. La formation de nouvelles quantités de vapeur ou le seul déplacement de la trombe suffira à lui redonner une apparence de nouvelle vie, et la pointe redescendra vers le sol ou la mer. »

M. **Bouquet de la Grye** rappelle, à ce sujet, que, dans les séances du 23 octobre et du 20 novembre 1876, il a montré à l'Académie les figures qui se forment dans des liquides de densités différentes, superposés, et animés d'un mouvement de rotation. Il a indiqué également quelles étaient les conséquences de la formation des tourbillons dans les parties concaves des fleuves.

COSMOLOGIE. — *Sur l'évolution sidérale*. Note de M. **Ch.-V. Zenger.**

« La Note que M. Lockyer a présentée à l'Académie, le 21 novembre dernier, confirme les vues sur la Cosmogénie que j'ai exposées dans les publications dont les titres suivent :

» 16 *avril* 1883. — La périodicité des comètes.
» 27 *août* 1883. — Études astrophotographiques, I.

» 8 *septembre* 1883. — Études astrophotographiques, II.

» *Novembre* 1887. — The Observatory : the periods of planets.

» 21 *avril* 1884. — La Mission du cap Horn 1882-83 et la périodicité des oscillations barométriques.

» 19 *mai* 1884. — Résumé des observations héliophotographiques faites à Prague, au mois de mai 1884.

» 27 *avril* 1886. — L'héliophotographie et la perturbation magnétique du 30 mars 1886.

» 16 *octobre* 1886. — Les principaux essaims périodiques d'étoiles filantes et les aurores boréales.

» 13 *décembre* 1886. — Le föhn et son origine cosmique.

» 20 *décembre* 1886. — Les essaims périodiques d'étoiles filantes et les mouvements séismiques des années 1883, 1884 et 1885.

» 4 *avril* 1887. — Le parallélisme des phénomènes séismiques, en février 1887, et des perturbations atmosphériques électriques et magnétiques et des éruptions volcaniques.

» La météorologie du Soleil et du système solaire, 1885, présentée le 31 mai 1887 à l'Académie.

» 31 *mai* 1887. — La période solaire, les essaims périodiques d'étoiles filantes et les perturbations magnétiques observées en Russie en 1878, en France en 1885, et le 16 juin 1887.

» 5 *septembre* 1887. — Les météorites et la production des incendies.

» J'ai donné dans cette série de Notes et dans mon Ouvrage *Sur la Météorologie du Soleil et du système solaire* le résumé de mes observations héliophotographiques, ainsi que de la découverte de la loi générale des mouvements atmosphériques et séismiques des planètes, causés par le Soleil et liés à la périodicité de la durée des semi-rotations solaires, loi confirmée par l'étude de l'activité du Soleil et des orages magnétiques en 1885-1886, que M. Marchand a présentée le 10 janvier 1887 à l'Académie.

» C'est dans mon Ouvrage *La météorologie du Soleil et du système solaire* que j'ai développé mes vues sur l'origine du monde et sur les chocs des masses météoriques contre les agglomérations de ces masses, qui constituent les nébuleuses et la nébuleuse qui forme notre système solaire.

» J'ai expliqué par ces chocs de météorites la formation des anneaux de Saturne et de l'anneau produit autour de la Terre par l'éruption du Krakatoa, en 1883.

» Dans le Chapitre VIII, sur la météorologie du Soleil et les perturbations endogènes du Soleil, j'explique les taches solaires, leur périodicité par l'action des essaims périodiques d'étoiles filantes; dans ce même Cha-

pitre et dans les *Comptes rendus*, j'ai énoncé le premier l'hypothèse de la formation des comètes par l'entrée d'étoiles filantes dans la couronne solaire, causant des mouvements tourbillonnaires par des décharges électriques de potentiels énormes dans le Soleil et l'essaim, produisant ainsi la condensation du noyau et la queue par les actions électriques et la chaleur énorme du choc.

» Dans le Chapitre IX, j'explique la genèse des comètes et leur destruction, accompagnée de formation de nouveaux essaims de météorites. Je donne le mode de formation des anneaux de Saturne et, par analogie, des planètes dans la nébuleuse originale du système solaire par l'entrée de masses météoriques en mouvement rapide dans cette nébuleuse. J'ai remarqué que des planétoïdes sont peut-être encore en formation et que la lumière zodiacale n'est autre chose que le reste de masses qui ont formé en principe la nébuleuse d'où proviennent le Soleil, les planètes, les comètes et les planétoïdes.

» J'ose espérer que l'Académie, tout en reconnaissant l'importance des assertions fondées sur les recherches spectroscopiques de M. Norman Lockyer, n'oubliera pas que j'ai le premier exposé ces vues, qui trouvent maintenant leur confirmation dans les travaux de M. Janssen. J'ai basé ces considérations sur le résumé d'observations journalières exécutées pendant douze années, de 1875 à 1887, par la méthode héliophotographique, dont j'ai décrit les procédés photographiques et montré les résultats au Congrès international météorologique de Paris en 1878, de Rome en 1879, et publié les détails dans les *Annales du Bureau central météorologique* de 1880, sur l'invitation du Congrès de Rome de 1879. »

COSMOLOGIE. — *Chute le 25 octobre 1887, à Than-Duc, d'une météorite qui paraît avoir disparu à la suite d'un ricochet.* Note de M. **Delauney**, présentée par M. Daubrée.

« Le 25 octobre 1887, vers 8^h du soir, un bolide est vu de Tay-Ninh; on l'aperçoit aussi de Saïgon. Il semble se mouvoir de l'ouest à l'est.

» Ce bolide a l'aspect d'un globe d'un diamètre un peu supérieur à la moitié de celui de la Lune dans son plein. Sa couleur est vive, blanche, un peu violacée. Il présente une longue traînée d'étincelles, qui subsiste à peu près trente secondes.

» Quelques jours après, l'administrateur de Tay-Ninh reçoit du chef de canton de Treiem-Hoa une Lettre, dont voici la traduction littérale :

« Monsieur l'Administrateur,

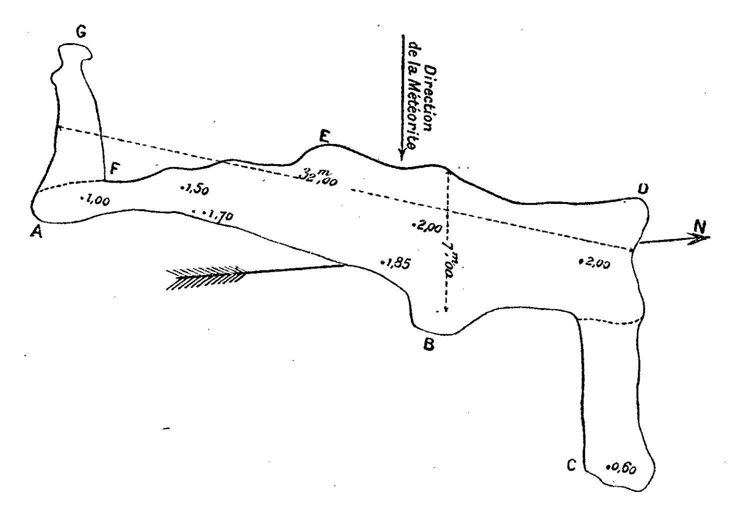
» J'ai l'honneur de vous faire connaître que, dans le village de Than-Duc (¹), le 9 du neuvième mois annamite (²), un animal inconnu s'est contraint dans un endroit. Ce jour-là, il y a eu de la pluie et des coups de tonnerre. Cet animal s'en est allé au ciel. La terre s'est éboulée sur une longueur de 20^{m} français, 5^{m} de largeur et 4^{m} de profondeur. C'est pourquoi je dois vous informer de cela.

« Signé : Huynh-van Nhu. »

» La comparaison des heures, la direction du mouvement amènent à rapprocher le bolide du 25 octobre des vestiges observés à Than-Duc.

» Le 3 novembre, nous nous étions rendu au point de chute de la mé-

Empreinte produite par la météorite de Than-Duc, arrondissement de Tayninh (Cochinchine).
25 octobre 1887.



Échelle $\frac{1}{4000}$, soit de 5^{mm} pour 2^{m}.

Nota. — Les chiffres intérieurs indiquent en divers points la profondeur de l'empreinte.

téorite. C'est un vaste trou d'environ 32^{m} de longueur, 6^{m} de largeur et d'une profondeur maxima de 2^{m}. En voici le dessin, exécuté d'après les mesures prises par M. le Dr Baurac, médecin de la Marine.

» La météorite a touché dans une rizière, près d'un petit ruisseau qui

(¹) A 23^{km} dans le sud de Tay-Ninh.
(²) 25 octobre 1887.

sert de limite aux villages de Than-Duc et de Hiep-Hoa. Le sol consiste en une tourbe très humide, mélangée de nombreuses racines qui en font une terre non coulante. Pour creuser un trou dans un tel terrain, le plus simple est de se servir d'un sabre, à l'aide duquel on taille des tranches verticales. Les racines étant sectionnées, la terre peut alors s'enlever rapidement. Un trou produit dans ce terrain ne peut se reboucher naturellement.

» L'empreinte présente la forme d'une poire allongée munie de deux oreilles. Du côté ABC, la terre semble avoir subi une forte poussée; on remarque des déchirements et des dénivellations, surtout dans l'angle compris entre B et C; de la terre a été projetée au delà de C dans la direction DC. La météorite semble être venue de GFED, allant vers ABC; sa direction était donc de l'ouest à l'est, ce qui est d'accord avec les déclarations des personnes qui l'ont vue se mouvoir dans l'espace.

» Impossible de retrouver la météorite, ni dans la terre, ni dans le voisinage. Il est clair que, si ce corps s'est enfoncé dans le sol, on doit retrouver la trace de son passage, qui n'a pu se combler, vu la nature du terrain. Rien. Le fond de l'empreinte est une surface unie, partout également résistante.

» On est donc conduit à cette conclusion :

» *La météorite a ricoché*. C'est, du reste, ce que le chef de canton a exprimé en disant : *Cet animal s'en est allé au ciel.*

» Le ricochet est établi aussi par les dépositions des Annamites, entre autres le nommé Lam, du village de Hiep-Hoa, et le maire de Phuoc-Trach, qui disent avoir entendu un grand bruit, suivi d'une longue série de soufflements allant en mourant. MM. Bouvret, garde d'artillerie et Baurac, médecin de la marine, qui tous deux étaient à 23^{km} de Than-Duc, ont entendu, le premier, comme un grand coup de fouet, le second une série de grondements.

» Ce grand bruit, ce coup de fouet, s'est produit sans doute quand la météorite a touché le sol; les grondements, les ronflements ont eu lieu par suite du mouvement anormal qui a suivi le ricochet. Les artilleurs, habitués à observer les points de chute des gros projectiles, ne peuvent conserver de doute à ce sujet. Ils savent que ce sont bien là les deux bruits que fournissent les ricochets, alors qu'un projectile qui s'enfonce en terre ne produit qu'un bruit sourd (1).

---

(1) On peut voir, à ce sujet, un article que nous avons publié, en 1876, dans la *Revue maritime et coloniale*, article intitulé : *Particularités balistiques*. La question des ricochets et des empreintes des projectiles s'y trouve traitée.

» L'empreinte que la météorite a laissée sur le sol indique sa forme. C'est une poire allongée, qui s'est présentée suivant sa longueur, l'extrémité effilée plus basse que l'autre. La partie effilée aurait d'abord raclé le sol et produit l'oreille GF. La résistance qui en est résultée aurait eu pour effet de faire pivoter l'axe de la météorite; celle-ci s'est alors appliquée en plein sur le sol produisant la longue empreinte ABDEF. Puis cette météorite serait repartie aussitôt en raclant sur le sol par son extrémité renflée et produisant l'oreille C.

» Aussi l'empreinte débarrassée des deux oreilles indiquerait non seulement la forme de la météorite, mais ses dimensions d'une manière approximative, dimensions qui seraient bien supérieures à celles de toutes les météorites connues.

» Grâce à MM. Basset, secrétaire d'arrondissement, et Bouvret, garde d'Artillerie, qui ont observé la météorite dans des stations éloignées de 5^{km} l'une de l'autre et à 23^{km} du point de chute, nous avons cherché à calculer l'inclinaison et la vitesse de ce corps. Ces observations paraissent revêtir un assez grand caractère d'exactitude à cause des conditions favorables dans lesquelles elles ont été faites. M. Basset était à table et a aperçu le globe de feu à travers l'ouverture d'une porte; M. Bouvret était à l'affût dans un endroit élevé. Nous trouvons que la météorite serait venue toucher le sol sous une inclinaison de 10° avec une vitesse très considérable [1].

» D'après l'empreinte, la météorite n'a fait qu'effleurer le sol; il est vraisemblable qu'elle n'a perdu dans le choc qu'une faible partie de sa force vive. Elle a donc dû rebondir avec une grande vitesse. L'empreinte me fait en outre supposer qu'elle a ricoché sous un angle voisin de 34°. S'il en est ainsi et si l'on fait abstraction de la résistance de l'air, on trouve qu'elle a dû fournir un ricochet dirigé de l'ouest à l'est et d'une amplitude telle que le projectile doit être retombé dans la mer de Chine.

» Cette époque-ci semble, pour la Cochinchine, fertile en apparition de météores.

» Un mois auparavant, le 22 septembre, une météorite à peu près sphérique de $0^{m},10$ de diamètre, est tombée au village de Phu-Long (canton de Binh-Chanh). Ce corps appartient à la classe des sporadosidères; la cassure présente des petits grains métalliques.

» Peu de jours après la chute de Than-Duc, le 29 octobre 1887, on a

(1) M. Bouvret a vu l'aérolithe s'éteindre au moment où il arrivait dans le plan de l'horizon; il a constaté une sorte de crochet au moment de l'extinction.

encore observé de Tay-Ninh un bolide un peu moins gros que celui du 25 et suivant une orbite semblable. »

M. J. Vinot annonce que, le 12 décembre dernier, à Meximieux (Ain) de $4^h 30^m$ à $5^h 30^m$ du matin, un de ses correspondants, M. Philippe, a vu une remarquable pluie d'étoiles filantes : le ciel n'a pas cessé d'en être sillonné. A 5^h, un météore plus brillant que les autres a laissé une traînée lumineuse. Il a paru à l'ouest, à environ 45° de hauteur, se dirigeant horizontalement vers le nord.

Un Auteur, dont la signature est illisible, appelle l'attention sur une cause de la présence du furfurol ou d'un produit qui donne sa réaction, dans les vins ou eaux-de-vie. (Extrait.)

« Une pratique très répandue dans les pays vinicoles consiste à carboniser l'intérieur des tonneaux neufs destinés à loger les vins, soit pour les conserver, soit pour les distiller. Pendant la carbonisation, il se produit du furfurol dont une partie notable passe ensuite dans le liquide dont on remplit le fût. »

M. Ch. Degagny adresse une Note ayant pour titre : « De la diffusion des matières protoplasmiques produites dans le noyau cellulaire et des phénomènes moléculaires qui l'accompagnent ».

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 19 décembre 1887.

Quinzième Bulletin météorologique du département des Pyrénées-Orientales, publié sous les auspices du département et de la ville de Perpignan, par le Dr Fines; année 1886. Perpignan, Charles Latrobe, 1887; br. in-4°. (Présenté par M. Mascart.)

Études sur le terrain houiller de Commentry; Ire Partie : *Lithologie et Stratigraphie; par* M. HENRI FAYOL (*Bulletin de la Société de l'industrie minérale*, 2e série, T. XV, 3e et 4e livraisons, 1886). Saint-Étienne, au siège de la Société, 1887; 1 vol. in-8° et un Atlas.

FRANCISQUE FONTANNES (1839-1886). *Notice nécrologique; par* H. DOUVILLÉ (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France*). Paris, Émile Colin, 1887; br. in-8°.

Dictionnaire d'Électricité et de Magnétisme; par E. JACQUEZ. Paris, C. Klincksieck, 1887; in-8°.

Traité d'Analyse chimique par la méthode des liqueurs titrées; par F. MOHR. Traduit de l'allemand par le Dr L. GAUTIER. Paris, F. Savy, 1888; 1 vol. gr. in-8°.

Études expérimentales et cliniques sur la tuberculose, publiées sous la direction de M. le Professeur VERNEUIL; 2e fasc. Paris, G. Masson, 1888; 1 vol. in-8°.

AW.-S. URSINI-SCUDERI. *Il fattore personale della specie umana proposto a nuovo organo delle discipline filosofico-giuridico-sociali secondo il comun consenso degli scienziati. Saggio critico di antropologia sociologica come propedentica alla scienza del diritto.* Catania, Francesco Martinez, 1887; 2 vol. pet. in-4°.

La pellagra ed i forni rurali per prevenirla, di GIUSEPPE MANZINI. Udine, 1887; 1 vol. in-12.

Monismo o nichilismo. Proposta di una riforma scientifica da servire di base alla riforma sociale; per FELICE MALTESE. Vittoria (Sicilia), Velardi e figlio, 1887; 2 vol. in-12.

I terremoti; ricerche sulle cause che li producono del P. G. M. SANNA SOLARO. Prato, Giachetti, figlio e Ca, 1887; br. in8°. (Présenté par M. Mascart.)

A. RICCO. *Osservazioni e studii dei crepuscoli rosei,* 1883-1886. Roma, Metastasio, 1887; 1 vol. in-f°.

Osservazioni di stelle cadenti fatte dai membri dell' Associazione meteorica italiana durante l'anno 1871. Milano, 1885; br. in-f°.

Revista argentina de Ciencias médicas. Director, Dr PEDRO LAGLEYZE, enero de 1887; nos 1 à 6; 6 br. in-8°.

The nautical Almanac and astronomical Ephemeris for the year 1891, *for the meridian of the royal observatory at Greenwich.* London; 1 vol. in-8°.

The quarterly Journal of the geological Society; Vol. XLIII, Part 4, november 1, 1887; n° 172. London, Longmans, Green and C°; 1 vol. in-8°.

American chemical Journal, edited by IRA REMSEN. Vol. IX, n° 6, novembre 1887. Baltimore; br. in-8°.

Proceedings of the Academy of natural Sciences of Philadelphia. Part II, april-august 1887. Philadelphia, 1887; 1 vol. in-8°.

Circulars of information of the bureau of education; n° 1, 1887. Washington, Government printing Office, 1887; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

The study of History in american Colleges and Universities; by HERBERT B. ADAMS, Ph. D. Washington, Government printing Office, 1887; 1 vol. in-8°. (Deux exemplaires.)

Gedächtnissrede auf Carl Theodor v. Siebold; *von* RICHARD HERTWIG. München, 1886; br. in-4°.

Gedächtnissrede auf Joseph von Fraunhofer; *von* CARL MAX V. BAUERNFEIND. München, 1887; br. in-4°.

Abhandlungen der mathematisch-physikalischen Classe der königlich bayerischen Akademie der Wissenschaften. München, 1886-1887; 2 vol. in-f°.

ERRATA.

(Séance du 28 novembre 1887.)

Note de M. *Bourgeois*, sur la reproduction par voie humide de la célestine et de l'anglésite.

Page 1072, ligne 22, *au lieu de* $h^2 a^2 e^1$, *lisez* $h^1 a^2 e^1$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 26 DÉCEMBRE 1887.

PRÉSIDENCE DE M. JANSSEN.

M. **Janssen**, Président de l'Académie, prononce l'allocution suivante :

« Messieurs,

» C'est un usage bien légitime que celui qui prescrit au Président de rappeler le souvenir des Membres que l'Académie a perdus dans le cours de l'année, avant la proclamation des noms des lauréats.

» L'Académie entend ainsi s'acquitter de toutes les dettes qui lui sont chères. Si elle applaudit avec joie aux succès de ceux qui entrent dans la carrière, elle aime aussi à se rappeler le mérite et les services de ceux des siens qui en sont sortis.

» C'est ainsi qu'elle mêle et qu'elle associe, comme ils sont mêlés et associés dans la vie, l'avenir et le passé, l'espérance et le souvenir, la couronne de chêne dont on ceint un front jeune et glorieux, et la couronne d'immortelles qui se dépose sur une tombe.

» Donnons donc d'abord un souvenir à ceux que nous venons de perdre.

» Messieurs, nos deuils commencent avec l'année elle-même. Le 15 janvier, l'Académie me chargeait de la représenter à ces obsèques d'Auxerre que la France entière faisait à Paul Bert. La soudaineté de cette mort, l'évanouissement des grandes espérances que la mission de Paul Bert avait fait concevoir, causaient encore une émotion universelle. Aujourd'hui, cette émotion est calmée, mais en même temps le sentiment de la perte que la France et la Science ont faite n'a fait que grandir.

» Paul Bert avait un amour passionné pour tout ce qui touchait à la grandeur de la France. L'importance de grands débouchés pour le commerce et l'activité notionale l'avait toujours frappé. Aussi, ayant été amené à défendre notre colonie du Tonkin, s'enflamma-t-il à l'idée de joindre l'exemple au précepte, et de mettre sa science, son activité, sa haute intelligence au service d'une grande œuvre civilisatrice et française. Nul mieux que lui, en effet, ne pouvait la mener à bien. Si la mort ne lui a pas permis d'achever son œuvre, si même il est tombé presque au début de sa tâche, il a du moins donné, en tombant, un grand exemple. Il a montré que, quand il s'agit des intérêts de la Patrie, aucune situation, aucun lien ne doit nous retenir, que nous nous devons à elle tout entiers, et à tous les instants, heureux de lui faire tous les sacrifices. Par ce grand exemple, par ce sacrifice suprême, le nom de Paul Bert est entré dans la gloire la plus haute et la plus pure.

» Messieurs, il y a des héroïsmes de tout genre. Le courage déployé par M. Gosselin, votre ancien Président, pour remplir les devoirs de sa charge, était presque surhumain. Ce n'est que par l'emploi de substances toxiques, qui abrégèrent rapidement sa vie, qu'il trouvait le moyen de dompter momentanément ses souffrances et de pouvoir occuper le fauteuil dont il était si fier et qui était, en effet, le couronnement de cette belle et méritante carrière.

» M. Gosselin fut un chirurgien éminent, un esprit ouvert à tous les progrès, un professeur émérite qui eut, par ses leçons et le nombre si considérable des élèves qu'il a formés, une grande influence sur l'art chirurgical de son époque. Mais ce qui honore surtout sa mémoire, ce furent l'élévation de ses sentiments, son attachement invincible à ses devoirs, l'affection paternelle qu'il portait à tous ses élèves, et les nobles exemples qu'il leur donnait par sa vie tout entière. Aussi, Messieurs, ne pouvons-nous qu'applaudir à la détermination qui vient d'être prise par les disciples,

les amis, les admirateurs de M. Gosselin, qui se sont réunis dans les mêmes sentiments de haute estime et de reconnaissance pour faire frapper une médaille qui rappelle sa mémoire.

» A peine avions-nous rendu nos devoirs funéraires à M. Gosselin, que nous perdions le doyen de la Section d'Économie rurale. Ici, il est vrai, la mort ne tranchait pas une vie cruellement abrégée par la maladie; elle terminait une belle et longue carrière parvenue aux limites presque extrêmes qu'il nous est donné d'atteindre, et cette carrière avait produit tous les fruits qu'on peut attendre de la Science et du Génie mis en présence de la nature dans les conditions les plus rares et les plus favorables. Quand M. Boussingault s'éteignit, sa vie avait été pleine d'œuvres et de jours. Son nom restera comme celui de l'un des fondateurs de la Science agronomique et une des plus hautes gloires de notre Académie. L'avenir ne fera que le grandir.

» Le mois de mai fut cruel pour l'Académie : il avait déjà vu les obsèques de M. Gosselin et de M. Boussingault, il devait voir encore celles de notre Secrétaire perpétuel. Cette fois, le coup était bien imprévu. M. Vulpian venait d'être élevé à ces hautes fonctions du Secrétariat, que l'éclat de ses travaux et l'autorité de son caractère justifiaient pleinement. Toutes ces précieuses qualités, toute sa renommée, toute la considération qui s'attachait à son nom, allaient être mises au service des intérêts de l'Académie. La mort a tout brisé! Mais l'Académie conservera précieusement sa mémoire. Si quelque chose peut nous consoler, c'est la pensée qu'il a été remplacé par celui pour lequel il professait une si haute admiration, par le savant illustre et déjà immortel que nous sommes si fiers et si heureux de voir à notre tête.

» Heureusement, Messieurs, depuis le mois de mai l'Académie n'a pas fait de nouvelles pertes. Souhaitons qu'il en soit ainsi aussi longtemps que possible. Et, puisque nous faisons des vœux de longue vie, je suis sûr que vous vous associerez à moi pour adresser un nouveau compliment à notre illustre Confrère, M. Chevreul, au doyen de tout l'Institut, dont la France fêtait le centenaire il y a déjà un an et demi. La part que M. Chevreul continue à prendre à nos discussions et la voix si respectée qu'il sait y élever souvent nous sont un sûr garant que nous le posséderons longtemps encore.

» Disons maintenant un mot des donations et de quelques-uns des travaux les plus remarquables de l'année qui vient de s'écouler.

» Parmi les noms de nos généreux donateurs, il convient de rappeler

celui du grand ingénieur qui, de son vivant, contribua si largement au progrès de la navigation aérienne, soit par ses travaux, soit par ses libéralités : vous avez déjà nommé M. Giffard. M. Giffard n'avait pas oublié l'Académie dans ses legs. L'accomplissement de formalités seulement terminées aujourd'hui va nous permettre de disposer de ces dons suivant les intentions du donateur.

» L'année qui vient de s'écouler sera marquée, dans l'ordre d'idées qui nous occupe, par une libéralité d'une importance tout à fait exceptionnelle. M. Leconte, possesseur d'une fortune considérable, vient de la léguer tout entière à l'Académie, à charge de décerner un prix qui, d'abord triennal, pourra devenir biennal et même annuel, par suite de la capitalisation de la valeur des récompenses non décernées. La valeur de cette récompense sera considérable, elle atteindra environ le décuple de celle des prix que nous donnons habituellement. M. Leconte appelle à concourir toutes les Sciences : mathématiques, physiques, naturelles et médicales.

» Il demande, et avec raison, une grande découverte; mais, comme les grandes découvertes sont rares, il se contentera, à défaut de celles-ci, d'une application utile et féconde de ces Sciences.

» Messieurs, un détail touchant.

» M. Leconte demande à l'Académie, dans son testament, s'il ne serait pas possible de donner à ce prix le nom de sa mère. L'Académie cherchera certainement à exaucer un vœu qui atteste d'aussi pieux sentiments. Dans l'esprit de M. Leconte, cette substitution n'est sans doute qu'une restitution. Nul doute que, dans son esprit, il estime avoir tant reçu de sa mère, en tendresse, en soins, en dévouement, peut-être même en sage et judicieuse direction, qu'il veut lui reporter les fruits des succès dont l'origine est toute en elle. Voilà un bel hommage rendu par ce fils mourant. Messieurs, je ne sais si je me trompe, mais il me semble que, de toutes les couronnes que notre généreux donateur a instituées, c'est cette mère qui reçoit la plus belle.

» Puisque nous parlons des grandes donations, je ne puis m'empêcher de saisir cette occasion pour rappeler ici une création bien connue, mais qui, cette année, a reçu une double consécration. Je veux parler de l'observatoire de Nice, fondé par M. Bischoffsheim.

» C'est à l'observatoire de Nice, en effet, que l'Association géodésique internationale a tenu son Congrès cette année, et c'est pour cette fondation que l'Académie accorde à M. Bischoffsheim la médaille Arago, qu'elle

décerne pour la première fois. Qu'il me soit permis d'ajouter que, comme astronome et comme patriote, je suis doublement heureux de cette belle fondation, qui sera si utile à notre Science et si honorable pour notre pays.

» Messieurs, je suis sûr que vous estimerez avec moi qu'en rendant hommage à la générosité du fondateur nous ne devons pas oublier le grand artiste qui a été son collaborateur; celui qui, après avoir donné l'Opéra à l'Art, donne aujourd'hui à la Science un monument plein de caractère et de grandeur.

» Messieurs, cette année marquera dans les annales des applications de la Photographie.

» Vous savez, Messieurs, combien cette belle invention, d'origine toute française, gagne chaque jour de terrain dans ses applications aux Sciences. Celles qui concernent l'Astronomie ont une importance toute particulière. Dès l'origine du daguerréotype, on commença à prendre des images de la Lune et des Étoiles. Ces études ont conduit, après bien des efforts, à l'obtention de ces belles images lunaires auxquelles se rattachent les noms de MM. Warren de la Rue et Rutherfurd. Mais si, pour la Lune, le problème est relativement simple en ce sens qu'il s'agit seulement d'obtenir une bonne description topographique, pour le Soleil, la question est beaucoup plus importante : tout d'abord, en raison du rôle immense de notre astre central dans notre système, puis à cause de l'importance des phénomènes dont sa surface est incessamment le siège. Tandis que pour la Lune il ne s'agit que d'obtenir la description d'une surface devenue presque invariable dans ses accidents par suite du refroidissement et de l'absence d'atmosphère; pour le Soleil, au contraire, il faut réaliser des images journalières et souvent plus fréquentes encore pour saisir dans leurs transformations les gigantesques phénomènes dont la photosphère est le siège.

» La Photographie s'est montrée tout à fait à la hauteur de cette tâche. Non seulement on a pu obtenir des images assez précises pour enregistrer les plus délicats phénomènes photosphériques, mais encore la Photographie est devenue ici un instrument de découvertes.

» Elle a révélé l'existence de ce curieux réseau qui divise si singulièrement la surface solaire en régions d'activité inégales; elle a montré quelle était la véritable forme des éléments de la photosphère et, tout dernièrement, elle a révélé l'unité si remarquable de tous ces éléments, qu'on les considère dans la surface même, dans les facules, dans les pénombres, et jusque dans les stries de ces pénombres.

» Mais la Photographie céleste n'avait pas encore donné relativement

aux étoiles, malgré les intéressants travaux de Bond, de Rutherfurd, de Gould, etc., des résultats comparables à ceux que MM. Henry ont obtenus dernièrement. Ces travaux si remarquables, nous les couronnons dans cette séance même. Ils ont enfin appelé l'attention sur l'opportunité d'un travail concerté pour obtenir la Carte du ciel. M. le Directeur de l'observatoire de Paris a pris cette initiative, et il a demandé à l'Académie de prendre l'œuvre sous son haut patronage. Le succès a pleinement répondu à notre attente. Au mois d'avril dernier, la plupart des Directeurs des observatoires étrangers, acceptant avec empressement l'invitation de l'Académie, se réunissaient à Paris en Congrès. Dans ce Congrès, qui comptait tant d'illustrations, furent arrêtées les bases des méthodes qui seront employées dans la confection d'une Carte photographique du ciel à notre époque. On a décidé également la construction d'un Catalogue. En outre, le Congrès, frappé de l'importance des autres applications de la Photographie céleste, a chargé deux de ses membres de préparer également une entente internationale à l'égard de ces autres applications. Ces résolutions, prises par une assemblée qui comprenait l'élite des astronomes du monde entier, peuvent être considérées comme consacrant une révolution dans la Science astronomique. La Photographie est appelée désormais à jouer un rôle prépondérant dans les observations. Je ne doute pas, pour ma part, que l'Astronomie n'en reçoive une transformation peut-être plus féconde encore que celle que l'invention des lunettes lui a fait éprouver.

» Je ne voudrais pas terminer cette énumération sans appeler encore l'attention de cette assemblée sur une belle découverte d'ordre chimique, qui va être couronnée tout à l'heure. Il s'agit du fluor, qui a été isolé pour la première fois par M. Moissan, professeur à l'École de Pharmacie. L'importance de ce résultat est singulièrement rehaussée par les difficultés qui ont été surmontées pour l'obtenir, et par les importantes conséquences qu'il promet.

» J'aurais encore beaucoup d'autres travaux à signaler parmi le nombre si considérable de ceux que nous récompensons. Que les Auteurs nous pardonnent, ils savent combien nous leur sommes sympathiques, combien nous applaudissons à leurs succès. Ils savent que c'est uniquement le défaut du temps matériel nécessaire qui nous force à nous priver du plaisir d'analyser publiquement leurs Ouvrages. Le compte rendu de cette séance y suppléera.

» En résumé, Messieurs, nous pouvons jeter un regard de satisfaction

sur la situation de plus en plus brillante que les amis des lumières nous créent. Nous n'avons jamais été dotés par l'initiative privée de ressources aussi puissantes. Ce résultat nous montre que l'importance de la Science est comprise chaque jour davantage dans notre cher pays. Souhaitons que ce sentiment se développe de plus en plus. N'était-il pas à craindre, en effet, Messieurs, que ces hautes études, honneur, il est vrai, de l'esprit humain, mais aussi, apanage d'une bien petite élite dans l'ancienne société, disparussent ou tout au moins s'amoindrissent considérablement au milieu des transformations sociales si profondes que nous avons éprouvées?

» Heureusement, les sciences, et en particulier les sciences mathématiques et physiques, qui ont jeté tant d'éclat sur les XVIIe et XVIIIe siècles, ont en même temps préparé les applications merveilleuses du XIXe.

» Oui, ce sont les Galilée, les Descartes, les Leibnitz, les Newton, les Huygens, les d'Alembert, les Lavoisier, les Volta, les Lagrange et les Laplace qui ont ouvert la carrière aux Papin, aux Watt, aux Ampère, aux Morse, aux Stephenson, aux Breguet et à tous les grands ingénieurs de notre siècle. Supprimez les premiers, et les seconds s'agitent dans le vide. Les merveilles du XIXe siècle ont leur origine et leur source dans les travaux des siècles précédents, comme les fruits d'un arbre ont leurs principes dans les racines qui plongent dans les profondeurs du sol.

» Il existe, il est vrai, une école qui, tout en rendant hommage à l'importance de ces grands résultats, voudrait qu'on dirigeât l'étude de la Science uniquement en vue de ses applications.

» Ce serait là, Messieurs, l'erreur la plus funeste qu'on pût commettre. La Science, comme l'Art, ne donne ses hautes faveurs qu'à ceux qui la cultivent pour elle-même; et encore, à quel prix les donne-t-elle!

» L'Histoire nous montre, en effet, de quels efforts, de quels labeurs et de quelle dépense de génie la Science fait payer ces rares présents qu'on appelle les *grandes découvertes*. Souvent, des vies entières se succèdent et se consument avant que le but soit atteint. Il a fallu Copernic, Tycho, Kepler et Galilée pour préparer Newton; et Lavoisier résume les efforts des siècles qui l'ont précédé.

» Sans doute, qu'importe le sacrifice de ces grandes vies, si le but sublime est atteint! Elles sont payées de la gloire, et l'humanité hérite de la vérité et des conséquences fécondes qui en découlent. Mais croire que l'on peut user de ces conséquences sans jamais renouveler la source d'où elles émanent, ce serait, pour continuer l'image de tout à l'heure, s'imaginer

pouvoir cueillir indéfiniment les fruits d'un arbre sans lui fournir de principes réparateurs.

» Une science cultivée uniquement en vue des applications tomberait bientôt en décadence; et cette décadence serait même si rapide que cette science, abaissée, ne donnerait bientôt plus aucun de ces fruits d'utilité immédiate qu'on attendait d'elle.

» Il faut bien le savoir : alors même qu'on ne voudrait voir dans la Science qu'un admirable instrument mis en nos mains pour dompter les forces de la nature et en faire de dociles serviteurs, et qu'on n'estimerait que les résultats d'utilité matérielle qu'elle peut donner, on devrait encore, dans l'intérêt même de la grandeur et de la perpétuité de ces résultats, cultiver une haute science théorique.

» Mais la question est encore plus haute, puisque la culture de la Science touche aux intérêts de la grandeur intellectuelle et morale de l'homme, c'est-à-dire, aux intérêts qui doivent primer tous les autres.

» Élevons donc la voix. Qui, plus que l'Académie des Sciences, a le droit et le devoir de le faire? Élevons la voix pour proclamer des vérités si importantes et si nécessaires. Que ces vérités soient entendues de tous ceux qui peuvent apporter une pierre à l'édifice. Tout d'abord, de ceux qui siègent dans les conseils de la nation et qui ont charge de l'avenir et de la grandeur de la France; puis, des citoyens à l'âme grande et généreuse, comme nos donateurs qui veulent le bien de leur pays; enfin, de notre admirable jeunesse qui cherche une carrière à son activité et à ses talents.

» La France n'a-t-elle pas aussi, à cet égard, des obligations plus pressantes et plus directes encore qu'aucune autre nation? N'y a-t-il pas plus de dix siècles que notre pays est créancier du monde par les Sciences et les Lettres?

» Or, Messieurs, j'en ai le sûr pressentiment, la Science est appelée à jouer le rôle prépondérant dans le monde qui se prépare actuellement. Ne perdons pas notre rang, redoublons d'efforts, il y va, non seulement de notre influence et de notre gloire, mais peut-être de notre existence et de notre raison d'être dans le concert des nations.

» Je donne la parole à notre illustre Secrétaire perpétuel pour la proclamation des prix, et ensuite pour la lecture de sa belle Étude sur la vie et les travaux du premier créateur de notre flotte cuirassée, le grand ingénieur Dupuy de Lôme. »

PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1887.

GÉOMÉTRIE.

PRIX FRANCŒUR.

(Commissaires : MM. Hermite, Jordan, Darboux, Phillips;
Bertrand, rapporteur.)

La Commission propose à l'Académie de décerner le prix Francœur de l'année 1887 à M. **Émile Barbier.**

Cette proposition est adoptée.

PRIX PONCELET.

(Commissaires : MM. Hermite; Jordan, Darboux, Phillips;
Bertrand, rapporteur.)

La Commission propose à l'Académie de décerner le prix Poncelet de l'année 1887 à M. **Appell.**

Cette proposition est adoptée.

MÉCANIQUE.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS,

DESTINÉ A RÉCOMPENSER TOUT PROGRÈS DE NATURE A ACCROÎTRE L'EFFICACITÉ DE NOS FORCES NAVALES.

(Commissaires : MM. Jurien de la Gravière, de Jonquières, Mouchez; Bouquet de la Grye, Pàris et Sarrau, rapporteurs.)

La Commission chargée de décerner le prix de *six mille francs*, que le Ministère de la Marine accorde chaque année aux travaux que l'Académie juge de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales, a cru devoir partager ce prix entre MM. **Héraud**, **Dubois**, **Rouvier** et **Moisson**.

M. Héraud a obtenu un prix de *deux mille francs* pour son levé hydrographique de la partie orientale de la Tunisie;

M. Dubois un prix de *deux mille francs* pour un ensemble de publications relatives à l'Astronomie nautique;

M. Rouvier un prix de *mille francs* pour sa récente exploration du Congo français;

M. Moisson un prix de *mille francs* pour ses études sur l'effet produit par les explosifs dans les principales conditions d'emploi de la marine.

D'autres travaux de grand intérêt avaient été soumis à l'examen de la Commission. Il en est notamment qui semblent destinés à modifier nos procédés de construction navale. La Commission a pensé que, pour leur donner la sanction d'une récompense académique, il convenait d'attendre une série d'expériences plus prolongées.

Rapport sur les travaux de M. Héraud; par M. **Bouquet de la Grye**.

L'Académie a bien voulu récompenser, il y a deux ans, l'ensemble des études hydrographiques faites par M. Manen sur la côte nord de la Tunisie; la Commission vous propose, cette année, de déclarer lauréat de l'Institut M. Héraud, ingénieur hydrographe, qui a dirigé à son tour, pendant trois ans, la suite de ce travail sur la côte est de la Tunisie et qui l'a prolongé

jusqu'aux limites de la Tripolitaine. Quelques chiffres vont pouvoir faire juger de son importance et de l'aide que la marine pourra en retirer.

Ce nouveau levé embrasse une longueur de côtes de 430 milles (800^{km}). La triangulation s'est étendue en certains points jusqu'à 45^{km} dans l'intérieur; elle a reçu le contrôle de déterminations astronomiques exécutées aux deux extrémités de la chaîne de triangles.

La topographie n'a point été bornée à la seule limite de la côte, mais a embrassé toutes les parties visibles de la mer.

La surface sondée a été de 38000 milles carrés (13000^{kmq}), s'étendant dans les parages dangereux bien au delà de la visibilité de la terre, grâce à un système ingénieux et nouveau de signaux flottants de grande hauteur. Les routes parcourues en sondant ont atteint une longueur égale aux trois quarts de la circonférence du globe terrestre.

Les marées ont été étudiées en divers points, notamment à Gabès, où elles atteignent une amplitude extraordinaire pour la Méditerranée : une Note a déjà été envoyée, sur ce point spécial, à l'Académie.

Enfin, la rédaction, aujourd'hui terminée, de tous les documents recueillis, qui sont contenus dans 653 cahiers, a demandé 81 feuilles grand-aigle.

M. Héraud a été aidé dans ce travail par des ingénieurs hydrographes et des officiers de marine, qui considéreront comme un honneur de voir figurer leurs noms sur les titres des Cartes en cours de publication.

Telles sont les grandes lignes de ce beau travail, conduit avec toute la précision du levé de la côte de France, et qui nous paraît devoir mériter de l'Académie des éloges et une récompense.

La Commission propose d'attribuer, sur le prix de la Marine, une somme de *deux mille francs* à M. **Héraud**.

Rapport sur les travaux de M. Dubois, *professeur et examinateur de la Marine;* par M. l'amiral **Paris**.

M. **Dubois**, reçu à 16 ans à l'École navale, en est sorti dans les premiers en 1840; il a fait diverses campagnes aux Antilles, dans la mer de Chine et en Océanie. Jeune encore, il a fait le plan de Poulo-Cham sur la côte de Cochinchine et celui de Poulo-Condor dans le golfe de Siam. En 1851, il a été reçu le premier à un concours ouvert par le Ministre pour le professorat à l'École de Marine, et il a été chargé du cours d'Astronomie et de

Navigation jusqu'en 1871, où il a été nommé examinateur de la Marine puis des Écoles d'Hydrographie en 1872, ainsi que de l'admission à l'École navale de 1874 à 1884.

Ses principaux travaux sont un Cours d'Astronomie nautique, qui a eu trois éditions, dont la dernière contient une théorie complète des éclipses; un Cours de Navigation et Hydrographie, qui a eu deux éditions, puis un Cours à l'usage des capitaines du commerce, qui a été très répandu, et une traduction de la *Theoria motus* de Gauss, suivie de Notes; en outre, une Étude historique sur les mouvements de la Terre et divers Mémoires sur le passage de Vénus et sur la théorie des marées, qui ont été présentés à l'Académie, de même que d'autres questions théoriques.

Tous ces Ouvrages sont très répandus, et le Cours de Navigation a été traduit à l'étranger. Ils sont empreints d'une manière pratique qui les a mis à la portée de beaucoup de marins et les a surtout mis à même de suivre les nombreux progrès de la Science, qui ont ajouté des facilités et surtout des procédés exacts à la Navigation. Ces travaux utiles sont arrivés à propos pour diminuer les dangers d'une navigation à la vapeur dont la vitesse est sans égale et qui, par suite, ne peut attendre dans l'incertitude, comme faisait le navire à voiles auquel il importait moins d'ajouter deux ou trois jours à une traversée de deux mois.

A ces publications, M. Dubois a pu ajouter des perfectionnements notables aux boussoles, notamment pour corriger l'effet des matières ferrugineuses agglomérées en si grande quantité dans les navires actuels, même lorsque la coque entière n'est pas en fer. Ce travail est inséré dans la deuxième édition du Cours de Navigation, et l'instrument construit par M. Dumoulin-Froment a été expérimenté.

De plus il a fait une application du gyroscope de Foucault, donnant un plan invariable et servant ainsi à déterminer la variation de l'aiguille aimantée pour tous les caps, dès qu'on la connaît pour un seul, au lieu de faire le tour de l'horizon en vue d'un point éloigné. Des expériences faites à bord du *Turenne*, en rade de Brest, ont prouvé que ce gyroscope avait un plan invariable pendant dix à douze minutes.

Comme on a pu le voir dans l'exposé de ses titres, M. Dubois a traité beaucoup d'autres questions d'une science pratique. Mais c'est surtout pour les Ouvrages relatifs à la Navigation et pour l'utilité pratique qui en a répandu l'usage que la Section présente M. **Dubois** pour un prix de *deux mille francs*.

Rapport sur les travaux de M. Rouvier, *capitaine de frégate;*
par M. **Bouquet de la Grye.**

La France possède, depuis quelques années, grâce aux efforts de M. de Brazza, une colonie dans l'Ouest africain, d'une étendue considérable, mais dont l'accès était difficile et les limites inconnues. Un grand fleuve, le Congo, la sépare d'un autre État récemment placé sous le patronage du roi des Belges; mais ce fleuve lui-même avait été mal dessiné sur les Cartes et les positions des différents postes fondés sur ses bords n'étaient pas fixés géographiquement.

Le levé d'un pays précède quelquefois sa prise de possession; dans le cas actuel, nous connaissions inexactement ce qui nous avait été attribué par les traités, et un officier de marine, M. **Rouvier**, fut envoyé en mission pour fixer les limites de nos possessions, en étudiant surtout les points litigieux.

Il n'appartient pas à l'Académie de juger une mission d'après les fruits diplomatiques qu'elle peut apporter; mais M. Rouvier a parcouru, pendant près d'une année, à pied ou en canot, ce nouveau royaume, en faisant œuvre chaque jour de géographe expérimenté et de dévoué et consciencieux explorateur. Ses cheminements à pied étaient relevés à la boussole, ses routes en canot tracées à l'estime; et il a fixé quatre-vingts stations, en prenant à chacun de ses arrêts des déterminations astronomiques, corroborées en dernier lieu par un retour au point de départ.

C'est ainsi qu'il a pu dessiner trois feuilles du cours du Congo, au $\frac{1}{300000}$, quatre feuilles du cours de l'Alima au $\frac{1}{100000}$, puis divers itinéraires, notamment celui de Loango à Brazzaville. Les abords de tous nos postes ont été en outre levés à grande échelle. Enfin, une Carte d'ensemble du Congo français a été dressée, apportant de grandes modifications dans l'orographie et l'hydrographie un peu fantaisistes des Cartes antérieures.

Ce travail, fait à côté d'une mission spéciale, a attiré l'attention des géographes de tous les pays; il doit fixer celle de l'Académie, et la Commission attribue à M. **Rouvier** un prix de *mille francs*.

Elle croit devoir joindre au nom de ce vaillant explorateur celui de M. Pleigneur, officier d'infanterie de marine, qui avait été le collaborateur zélé de M. Rouvier. M. Pleigneur, retourné récemment au Congo, a péri dans des circonstances encore inexpliquées.

Rapport sur les travaux de M. Moisson, *chef d'escadron d'Artillerie de marine;* par M. **Sarrau.**

Dans un travail étendu, inséré au *Mémorial de l'Artillerie de la Marine*, M. le commandant **Moisson** s'est proposé d'établir une théorie des effets produits par les explosifs dans les principales conditions d'emploi de la Marine.

Dans la première partie, l'auteur étudie les effets de la poudre dans les bouches à feu. Par suite d'une hypothèse particulière sur le mode de combustion de la charge, l'équation du mouvement du projectile s'intègre complètement, et l'on obtient ainsi, sous forme explicite, pour représenter la vitesse initiale et la pression maximum, des expressions dont les valeurs peuvent être comparées à celles que donne l'expérience. L'accord étant assez satisfaisant, ces formules offrent un intérêt théorique réel, mais elles paraissent n'être ni assez simples ni assez exactes, pour qu'il y ait avantage à les substituer à celles qui sont actuellement en usage.

La deuxième partie est presque entièrement composée de considérations nouvelles sur une question qui intéresse à un haut degré l'art de la guerre maritime. M. Moisson s'est proposé de poser les bases d'une théorie des explosions sous-marines, permettant d'apprécier, suivant un mode rationnel, les effets produits par les torpilles.

Quand une explosion se produit au sein de l'eau, les diverses parties du liquide se mettent en mouvement, sous l'action des forces développées, avec des vitesses différentes dans les différentes directions, et une analyse complète devrait déterminer la loi de ces mouvements pendant la détente des gaz, ainsi que le mode suivant lequel les pressions se distribuent, à chaque instant, dans l'étendue de la masse. Un tel problème est évidemment d'une extrême complexité, et l'auteur n'a pas essayé d'en aborder la solution rigoureuse; il s'est simplement efforcé d'en présenter une solution approchée en simplifiant, dit-il, autant que possible, le jeu de tous les éléments dont on doit tenir compte, de manière à obtenir des formules capables de représenter convenablement les faits.

Les tentatives de ce genre sont utiles, parce qu'elles peuvent indiquer la forme de la fonction qui représente la loi physique de chaque phénomène, et cette fonction peut représenter les expériences mieux que toute autre lorsque les coefficients sont déterminés au moyen des résultats

fournis par les expériences elles-mêmes. On peut ajouter qu'il y a toujours avantage à relier par une formule les données expérimentales; car autrement, comme le fait très justement remarquer M. Moisson, on ne peut profiter d'aucune d'elles pour prévoir un fait nouveau, ne sachant même pas comment on peut passer de l'un à l'autre des résultats obtenus.

La simplification introduite par l'auteur revient, au fond, à supposer que l'effet de l'explosion équivaut à celui d'une percussion s'exerçant sur la surface qui limite le chargement. Le problème ainsi conçu s'énonce comme il suit :

On considère un liquide pesant en repos, limité par une surface libre horizontale et des parois fixes. Dans l'intérieur de ce liquide, on imagine une cavité limitée par une surface quelconque, sur laquelle s'exerce une percussion, normale et uniforme pour tous les éléments de la surface. On demande de déterminer le mouvement du fluide et, en particulier, la modification de sa surface libre, ainsi que la loi suivant laquelle la pression varie dans toute son étendue.

La solution rigoureuse de ce problème d'Hydrodynamique est exclusivement subordonnée à des difficultés d'Analyse. La solution approchée de l'auteur s'obtient, suivant le procédé habituel de l'Hydraulique, en substituant à l'intégration l'application, sous certaines conditions, des théorèmes fondamentaux de la Dynamique.

Supposant que la percussion s'exerce sur une sphère, M. Moisson obtient d'abord une formule faisant connaître la forme du soulèvement liquide qui s'appelle la *gerbe*. Cette formule renferme la distance qui sépare, à l'origine, le centre explosif de la surface libre horizontale; elle contient aussi deux coefficients caractéristiques de l'explosif employé, que l'on détermine dans chaque cas quand on connaît la hauteur et le rayon de base de la gerbe. Demandant ensuite à l'expérience la loi suivant laquelle ces deux coefficients varient avec les conditions du chargement, l'auteur parvient à une formule qui, pour la poudre noire et le coton-poudre, détermine la gerbe par la seule connaissance des circonstances dans lesquelles l'explosion se produit.

La courbe de la gerbe concorde assez bien avec la forme donnée, dans certains cas, par la photographie, et, sans atteindre une exactitude absolue, la formule suit l'allure générale du phénomène avec une approximation qui attribue une importance réelle aux conséquences pratiques que l'auteur en déduit.

Suivant la même méthode mixte qui emprunte à la théorie la forme approchée des formules et à l'expérience les valeurs numériques des coefficients, M. Moisson étudie ensuite la propagation des pressions dans le fluide et calcule théoriquement l'intensité de la percussion à une distance donnée du centre explosif, dans des conditions données du chargement. Ce résultat permet d'apprécier l'effet destructeur de l'explosion; l'auteur en fait une autre application fort importante, en calculant l'épaisseur qu'il faut donner aux carcasses de torpilles pour être assuré que l'explosion de l'une des torpilles mises en ligne pour la défense de l'entrée des ports n'endommagera pas les voisines, au préjudice de la valeur défensive de la ligne.

M. Moisson complète son étude en décrivant un appareil dont il avait, dès 1877, indiqué les dispositions essentielles dans la *Revue maritime et coloniale,* et qui est destiné à mesurer les efforts exercés à distance par les explosions sous-marines. Ce *dynamomètre sous-marin,* comme le dynamomètre à écrasement adopté par l'artillerie française pour la mesure des pressions dans les armes, utilise comme élément d'appréciation la grandeur des déformations permanentes produites sur les métaux par les forces énergiques. L'explosion détermine l'écrasement d'un cylindre de plomb ou de cuivre, et l'intensité de l'effort se déduit de l'écrasement observé d'après un tarage spécial dont l'auteur a donné tous les éléments. L'emploi de cet appareil est aujourd'hui réglementaire et une Instruction spéciale a fixé tous les détails de son fonctionnement.

En résumé, le travail de M. **Moisson**, imparfait dans l'analyse d'un problème probablement insoluble par les seules ressources mises en œuvre par l'auteur, nous paraît avoir rendu par ses résultats un service important à la science navale.

La Commission croit devoir récompenser ce travail en lui attribuant un prix de *mille francs* sur les fonds alloués par le Ministère de la Marine.

L'Académie adopte successivement les conclusions de ces Rapports.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Phillips, Resal, Lévy, Deprez; Sarrau, rapporteur.)

La Commission propose de décerner ce prix à M. **Paul Vieille**, pour l'ensemble de ses travaux sur les substances explosives.

Cette proposition est adoptée.

PRIX PLUMEY.

(Commissaires : MM. Jurien de la Gravière, Pâris, Phillips, Resal; de Jonquières, rapporteur.)

Euler fit paraître, en 1773, un résumé de son grand traité *Scientia navalis,* dans un Livre de 250 pages in-8°, écrit en français, sous le titre de *Théorie complète de la construction et de la manœuvre des vaisseaux, mise à la portée de ceux qui s'appliquent à la navigation*. Cet Ouvrage élémentaire, l'un des plus curieux qui soient sortis de la plume du grand géomètre, est précédé d'une Préface, où le but de l'auteur est exprimé en ces termes :

La science de tout ce qui regarde la navigation est sans contredit une des plus sublimes et des plus utiles connaissances de l'esprit humain. Cependant elle a été jusqu'ici presque entièrement négligée, et, quoique les géomètres y aient travaillé avec quelque succès depuis quarante ans, leurs découvertes sont tellement enveloppées dans les plus profonds calculs, que les marins n'en ont pu retirer presque aucun fruit.

Je me flatte d'avoir trouvé moyen de mettre toutes leurs recherches à la portée de ceux qui s'appliquent à la marine, et il n'y a aucun doute qu'une connaissance exacte des vrais principes et des raisons sur lesquelles se fonde la bonté de la construction des vaisseaux ne les mette en état de perfectionner la pratique, et de remédier aux défauts qui pourraient encore s'y glisser.

Ce programme et ces réflexions, qui montrent l'importance qu'Euler attachait à son *petit* Livre, se peuvent appliquer à celui, guère plus étendu, que, sous le titre de *Théorie du navire,* M. **Guyou**, capitaine de frégate, présente aux suffrages de l'Académie pour l'obtention du prix Plumey et dont nous venons rendre compte.

L'apparition d'un tel Ouvrage se faisait désirer; car celui d'Euler, si éminent qu'il fût il y a un siècle, n'était plus, depuis longtemps déjà, à la

hauteur des connaissances acquises et des progrès accomplis depuis lors. Il était devenu indispensable qu'un auteur, versé dans la connaissance de la Mécanique et du Calcul et, s'il était possible, initié par sa profession à la pratique de la navigation, vînt mettre à la portée de tous ceux qui sont curieux de cet art un ouvrage présentant, sous une forme exacte mais assez élémentaire, les principes et les faits sur lesquels repose de nos jours la mécanique de cet être semi-animé qui s'appelle le *navire*.

M. Guyou, dont l'Académie a plus d'une fois apprécié le talent, s'est acquitté de cette tâche, dans la mesure parfaite où la simplicité de l'exposition et les exigences de la Science se peuvent concilier. Ce n'est pas, comme il le dit lui-même dans la Préface, que les développements théoriques n'occupent une place importante dans son Livre; mais il s'est attaché, en écartant presque toujours les détails purement historiques et en ne conservant que les théories et les méthodes définitives, à donner des démonstrations élémentaires, d'ailleurs toujours rigoureuses. Il y était préparé par ses études professionnelles, par ses publications antérieures sur la théorie du navire, et par le cours qu'il avait été, il y a quelques années, chargé d'enseigner sur ces matières aux élèves de l'École navale de Brest. M. Guyou, qui par ces divers motifs possédait à fond son sujet et le dominait, n'a rien négligé pour mettre son Ouvrage au niveau de la Science actuelle, soit en coordonnant les travaux de ses devanciers, tant en France qu'à l'étranger, soit en perfectionnant les théories connues, ou en en créant lui-même de nouvelles, comme on le voit par la citation, faite dans la Préface, de plusieurs Mémoires originaux qui lui sont dus depuis une dizaine d'années. De la sorte, son Livre présente un résumé serré et substantiel de ce que l'on sait aujourd'hui, par d'autres ou par lui, sur la Théorie du navire. Il est divisé en quatre *Livres*, que nous allons passer rapidement en revue, en signalant surtout ce qu'ils contiennent de nouveau.

Le Livre I traite de l'équilibre et de la stabilité de l'équilibre d'un corps flottant de figure quelconque. En prenant comme intermédiaire l'étude de l'équilibre des corps ronds posés sur un appui, le problème prend une forme concrète, et chaque principe se grave dans l'esprit par l'image qui l'accompagne; quelques mots suffisent ensuite pour montrer que ce qui a été dit s'applique aux corps flottants. Toutes ces démonstrations (Chap. I et II) du Livre I sont très élégantes; la plupart sont tirées du Mémoire publié par l'auteur en 1879, sous le titre : *Théorie nouvelle de la stabilité des corps flottants*, que sir J. Reed a reproduit textuellement dans son Traité sur la stabilité des navires, publié en 1885.

La *géométrie du navire* y est traitée jusqu'au second ordre d'approximation; mais, outre la surface (F) des *centres de flottaison*, qui est aussi la surface enveloppe des flottaisons isocarènes, et la surface (C) des *centres de carène*, l'auteur en introduit une troisième (T), nommée par lui *surface des centres des tranches isocarènes*, qui trouvera plus loin son application dans les problèmes relatifs aux variations de la stabilité produites par de grandes additions de poids (Livre II) et en fournira une solution facile.

Le Livre II débute par établir les calculs de déplacement et de stabilité initiale, et les présente finalement en tableaux, sous une forme nouvelle à quelques égards et peut-être plus simple que celle en usage. Nous citerons celui qui donne les *Résultats des calculs* (p. 80), comme étant très propre à figurer utilement dans le *Devis de campagne* que le port d'armement remet aux capitaines de chaque bâtiment lors de son départ. Ces documents pourraient rendre service en cours de campagne. Le Chap. III est consacré aux problèmes concernant les *variations de la stabilité*. L'auteur y résume l'important Mémoire qu'il avait publié sur ce sujet en 1881, et qui lui valut une haute récompense de la part d'une Commission dont M. Dupuy de Lôme était membre. C'est là qu'on trouve, pour la première fois, sur la détermination du point que M. Guyou nomme *métacentre différentiel*, et sur l'influence que les formes extérieures du navire exercent sur la position de ce point, des considérations neuves et un théorème (p. 116) qui sont d'une grande importance pour le tracé des plans des navires à vapeur à grande vitesse, en ce qu'il indique nettement (p. 118) où il faut placer le centre de volume des soutes à charbon, pour que la consommation du combustible affecte le moins possible les conditions initiales de la stabilité du navire. D'autres applications très simples du même principe au cas de l'embarquement de lest liquide, ou accidentellement sous forme de voie d'eau, donnent un intérêt particulier aux Chap. IV et V qui terminent le Livre II, et qui traitent de la stabilité sous les grandes inclinaisons.

Dans le Livre III, à la suite de considérations générales sur les résistances d'une carène en mouvement, l'auteur montre que l'enveloppe des résistances correspondant aux translations horizontales dans tous les sens est une courbe analogue à la développée de l'ellipse (p. 181). Il en déduit l'explication des manœuvres intéressantes, connues des marins sous les noms de *halage à la cordelle, dérive en rivière* au milieu des obstacles, etc. Il donne ensuite, dans quelques paragraphes fort intéressants, celle des effets propulseurs de la *godille* et de la queue des poissons.

Le Chap. III (*Du navire sous voiles*) s'occupe de l'effet du vent sur les

voiles et de la propulsion qui en résulte : on y montre l'insuffisance des anciennes théories, notamment que les voiles (et aussi le gouvernail) n'agissent pas comme des plans minces frappés par le fluide sous des directions obliques, toutes parallèles entre elles, mais sont des *obstacles conducteurs*, destinés à dévier une colonne d'air ou de liquide dans un sens tel que la réaction sur l'obstacle imprime à celui-ci de la quantité de mouvement en sens opposé; ce qui explique pourquoi les marins *brassent* les voiles, au *plus près*, de manière que leur tranche de vent soit presque *en ralingue* (p. 211), et aussi pourquoi les gouvernails compensés, montés sur *mèche* isolée (p. 228 et 229) produisent, à égalité de surface, moins d'effet utile que ceux adaptés à charnière en prolongement des formes de l'arrière. Les considérations développées sur ce sujet (p. 210 à 214) sont très dignes d'être remarquées par les marins et les mécaniciens.

Pour l'étude des girations, l'auteur substitue à la courbe, lieu géométrique des positions successives du centre de gravité, l'enveloppe des positions successives de l'axe de la flottaison (p. 248), qui est plus simple et dont la connaissance offre un plus grand intérêt pratique. Il déduit de l'examen expérimental de ces courbes des remarques et principes auxquels il importe beaucoup d'avoir égard dans les évolutions en *ordre serré*.

Le Livre IV (*Du navire sur mer agitée*) expose, dans le Chapitre I, la théorie de la houle par une méthode géométrique élémentaire, et la fait suivre, d'après les expériences de M. l'amiral Pâris et de son fils, de données sur la durée, l'étendue et la hauteur des vagues. Le Chapitre II traite du roulis et du tangage et montre quelle est l'influence de la période d'oscillation sur le roulis. Ce qui est dit (p. 296) sur *l'axe d'oscillation*, si longtemps et, puisqu'il n'existe pas, si vainement cherché, mérite de fixer l'attention. Le Chapitre III (*Des effets du mouvement du navire sur le personnel et le matériel embarqués*) est consacré à l'explication des phénomènes complexes que les accélérations d'entraînement engendrent à bord des navires. Ce sujet, que l'auteur avait traité, en 1885, dans un important Mémoire, publié par la *Revue maritime*, et neuf à plusieurs égards, est d'une importance toute particulière, à cause des nombreuses erreurs qu'on y commet encore aujourd'hui. Ce Chapitre se termine par l'étude du problème de la verticale à bord, et M. Guyou conclut, comme l'avait déjà fait, l'an passé, une de vos Commissions, qu'une solution pratique, si même elle n'est pas la seule absolument possible, se trouve dans l'instrument créé par M. Fleuriais sous le nom de *gyroscope collimateur*. L'au-

teur appelle aussi (p. 320) l'attention sur l'erreur qu'on commet fréquemment, en attribuant au mouvement pendulaire du roulis les effets dynamiques les plus importants parmi ceux qu'on observe à bord des navires. Il prouve qu'au contraire, en tant du moins qu'il s'agit de la coque et non de la mâture, les effets du roulis sont généralement moindres que ceux des mouvements d'ascension et de descente de la masse du navire sur les profils des vagues, tandis qu'il n'en est pas de même pour le tangage.

Deux appendices très importants terminent l'Ouvrage : l'un d'eux, sous le titre *Développements de géométrie du navire,* contient les principaux résultats du beau Mémoire que, plus tard, l'auteur a retouché en collaboration avec M. Simart, et qui a obtenu à ces deux savants officiers l'honneur de l'insertion dans le Recueil des *Mémoires des Savants étrangers;* l'autre appendice est la reproduction textuelle du *Traité des évolutions et allures*, publié, il y a quelques années, par M. le contre-amiral Mottez, alors capitaine de vaisseau, où se trouvent exposés méthodiquement et avec beaucoup de précision, sans calculs, les principes de la manœuvre du navire sous voiles (¹).

Comme le montre ce bref résumé, aucune des branches de l'art naval, permettant d'apprécier avec connaissance de cause les qualités ou de juger les défauts (constitutifs ou éventuels) des vaisseaux et d'y remédier dans la mesure du possible, n'a été omise par l'auteur. Là où le calcul peut intervenir utilement, il l'applique, soit sous la forme de l'analyse, soit préférablement en suivant la voie géométrique, mais toujours avec une sage sobriété. Lorsque la théorie manque d'une base suffisamment précise, il fait appel à l'expérience, disons plutôt à ce *sens marin* qui la résume et en est devenu comme l'instinct, et qui n'est, en somme, qu'une

---

(¹) Il faut être du métier pour lire avec profit ce travail de M. l'amiral Mottez; il a fallu, pour l'écrire, que l'auteur joignît à ses longues et sagaces observations des faits nautiques une science très éclairée et un tact très sûr, toutes qualités indispensables dans l'étude du problème de Mécanique, si complexe et si beau, que présente le mouvement d'un navire à voiles et la façon dont il se comporte à la mer par tous les temps. Cet appendice mérite d'être cité tout entier, mais nous appelons particulièrement l'attention sur la dernière partie (p. 391 et suiv.) où, sous le titre général d'*allures,* l'auteur traite de la *cape*, de la *panne,* du *vent de travers,* du *grand largue* et du *vent arrière*, et donne aux marins des conseils autorisés, qu'ils ne sauraient trop méditer dans les cas de mauvais temps et de grosse mer, et dont la pratique, *sans hésitation*, dénote dans le manœuvrier le véritable *homme de mer*.

science profonde, bien qu'elle ne se montre pas entourée de l'appareil accoutumé. Il en déduit les règles les plus exactes, ou au moins les plus plausibles, auxquelles le navigateur doit chercher à se conformer en chaque cas.

Ainsi la *Théorie du navire*, de M. **Guyou**, est l'œuvre d'un géomètre et d'un mécanicien autant que celle d'un marin. Elle justifie l'appréciation que nous en portions au début de ce Rapport, et nous n'hésitons point à dire qu'il n'est aucun marin, officier ou ingénieur, qui ne doive trouver de l'intérêt à le lire et du profit à l'étudier; il est aussi éminemment propre à l'enseignement, et il y rendra de sérieux services. Votre Commission est unanime pour décerner à cet officier supérieur le prix Plumey, et elle prie l'Académie de vouloir bien approuver ses conclusions.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX FOURNEYRON.

(Commissaires : MM. Phillips, Deprez, Bouquet de la Grye, Jurien de la Gravière; Maurice Lévy, rapporteur.)

Le sujet du concours pour le prix Fourneyron, en 1887, a été celui-ci :

« *Étude théorique et pratique sur les progrès qui ont été réalisés depuis* 1880 » *dans la navigation aérienne.* »

Quatre concurrents ont présenté des Mémoires. Mais, quoique l'un d'eux ait fait quelques recherches expérimentales utiles et émis diverses idées justes sur le problème à résoudre, la Commission n'a pas cru pouvoir décerner le prix. Elle vous propose, en conséquence, de le proroger à l'année 1889, en conservant le même sujet.

La question de la navigation aérienne est à l'étude un peu partout. Il est vraisemblable qu'elle sera représentée à l'Exposition de 1889 et qu'à ce moment-là le prix pourra être utilement décerné.

Cette proposition est adoptée.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.

(Commissaires : MM. Faye, Tisserand, Janssen, Wolf;
Lœwy, rapporteur.)

M. **Dunér**, astronome de l'observatoire de Lund en Suède, a publié un Mémoire sur les mesures micrométriques d'étoiles doubles renfermant près de trois mille observations. Après les grands travaux de même nature de W. Struve et Dembowski, c'est sans contredit une des recherches des plus considérables qui ait été exécutée à l'époque moderne.

M. Dunér s'est appliqué à utiliser les méthodes les plus parfaites pour éviter autant que possible toutes les causes d'erreurs accidentelles et systématiques. Il a fourni, pour toutes les étoiles observées par lui, la comparaison de toutes les mesures publiées avec la théorie; il a de plus donné des formules pour la représentation du mouvement relatif des deux composantes. Par ce travail très complet, M. Dunér a enrichi la Science d'un Ouvrage très précieux sur les étoiles doubles.

Depuis quelques années, M. Dunér a concentré ses efforts sur un champ d'investigation très important et relativement peu cultivé; il a entrepris une étude sur les spectres de troisième classe des principales belles étoiles de l'hémisphère boréal.

Ce groupe d'astres offre un intérêt tout particulier. Il semble contenir les étoiles se trouvant dans une phase de développement très avancé, en outre cette classe paraît renfermer à peu près toutes les étoiles variables à période assez longue. Le but de M. Dunér a été de dresser un catalogue, afin d'établir une base certaine pour la comparaison et pour l'étude des spectres dans l'avenir. Ce travail renferme de nombreuses découvertes de nouveaux spectres d'étoiles, plusieurs belles recherches de natures diverses, et la mesure des longueurs d'onde. Dans son Mémoire, M. Dunér envisage, en dernier lieu, le développement successif des étoiles et cherche à éclaircir les questions se rattachant à la constitution physique des étoiles de la classe III *b*.

Par ces deux catégories de travaux concernant les questions les plus élevées de l'astronomie d'observation, M. **Dunér** a rendu un service si-

gnalé à la Science et la Commission est d'avis de lui décerner le prix Lalande.

Cette proposition est adoptée.

PRIX VALZ.

(Commissaires : MM. Faye, Tisserand, Janssen, Wolf; Lœwy, rapporteur.)

M. **Périgaud**, astronome de l'observatoire de Paris, a, depuis vingt-huit ans, participé à un très grand nombre de travaux de haute précision, qui ont contribué au développement de la Science astronomique en France. Il a, notamment dans ces dernières années, exécuté un travail très laborieux relatif à l'étude des erreurs de division de quatre cercles, à savoir : le cercle de Gambey, le cercle du grand méridien et les deux cercles de l'instrument de Bischoffsheim; M. Périgaud a en outre fait, de concert avec M. Lœwy, une recherche originale et très délicate relative à l'étude de la flexion absolue des deux principaux instruments méridiens de l'observatoire de Paris. C'est pour récompenser l'ensemble de ces travaux, d'un très grand mérite, que la Commission propose à l'Académie de décerner à M. **Périgaud** le prix Valz.

Cette proposition est adoptée.

PRIX JANSSEN.

(Commissaires : MM. Janssen, Faye, Tisserand, Lœwy; Wolf, rapporteur.)

L'Académie doit décerner cette année, pour la première fois, le prix biennal fondé l'an dernier par M. Janssen. Notre illustre Confrère, dont la carrière a été presque entièrement consacrée aux progrès de l'Astronomie physique, a voulu qu'une médaille d'or soit attribuée à l'auteur de la découverte ou du travail faisant faire un progrès important à cette branche, jeune encore et déjà si féconde, de l'Astronomie.

Dans la pensée du généreux donateur, cette médaille doit être attribuée successivement aux promoteurs de l'analyse spectrale et, par conséquent, pour la première fois, à l'illustre inventeur de cette méthode d'investigation. S'associant pleinement à cette intention, la Commission, à l'unani-

mité, décerne le prix Janssen à M. **Kirchhoff**, au grand savant qui, réunissant dans une puissante synthèse les travaux épars de ses devanciers, a su en faire sortir la loi qui régit l'émission et l'absorption de la lumière par les corps diathermanes, en a déduit l'explication de l'apparition mystérieuse des lignes obscures dans les spectres du Soleil et des étoiles, et nous a donné le moyen de faire et a fait lui-même, le premier, l'analyse chimique de l'atmosphère solaire.

Cette médaille sera déposée sur une tombe : **Kirchhoff** est mort à Berlin le 17 octobre dernier. La Commission lui avait depuis longtemps attribué le prix Janssen, elle n'a même pas eu la pensée d'un nouveau choix. L'Académie voudra donner à la mémoire du grand savant d'Heidelberg ce suprême hommage, qui sera une première consécration de sa gloire et une consolation pour sa famille.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PHYSIQUE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Commissaires : MM. Cornu, Fizeau, Bertrand, Jordan; Sarrau rapporteur).

L'Académie avait proposé comme sujet de concours pour le grand prix des Sciences mathématiques :

« *L'étude de l'élasticité d'un ou de plusieurs corps cristallisés, au double* » *point de vue expérimental et théorique*. »

Un seul Mémoire, portant l'épigraphe *Tenax*, a été présenté et la Commission a constaté que ce travail, qui se rapporte exclusivement à la propagation de la lumière dans les cristaux, ne répondait pas directement à la question qui avait pour objet l'élasticité de la matière des cristaux et non celle de l'éther que l'on y suppose renfermé.

En fait, ces deux études sont liées l'une à l'autre et, suivant la remarque de Fresnel, « si quelque chose doit contribuer puissamment à nous révéler les secrets de la constitution intérieure des corps, c'est l'étude approfondie des phénomènes de la lumière ». La Commission a donc cru devoir examiner en détail un travail dont certains résultats lui ont paru dignes d'intérêt.

L'auteur adopte, en la généralisant, la méthode suivie par Fresnel dans la *Théorie de la double réfraction*. On sait que, considérant l'éther comme un système de points soumis à des forces centrales, l'illustre physicien a évalué la force qui sollicite l'un de ces points qui se déplace, tous les autres demeurant immobiles, et a établi qu'il existe toujours trois axes rectangulaires, dits *axes d'élasticité*, tels qu'un déplacement parallèle à l'un d'eux produit une force qui lui est parallèle; ces axes ont partout la même direction quand le milieu est homogène.

L'auteur fait un calcul analogue en tenant compte, avec Cauchy, des déplacements simultanés de tous les points et montre que les vingt et un coefficients dont dépend la force se réduisent à neuf lorsque, rapportant cette force aux axes d'élasticité de Fresnel, on considère l'éther d'un cristal comme un milieu, primitivement homogène et isotrope, déformé par les actions de la matière pondérable. Il démontre de plus que, sous une condition dont il donne la formule analytique, la structure du milieu peut être compatible avec l'existence de trois systèmes continus de surfaces, dites *axiales*, telles que les trois surfaces particulières de ces systèmes, qui passent en un point quelconque de l'éther, admettent pour normales les axes d'élasticité en ce point. Étudiant enfin la propagation des vibrations lumineuses, suivant une marche analogue à celle qu'a adoptée Fresnel dans le cas d'un milieu homogène, l'auteur s'est proposé d'établir qu'une onde plane incidente se dédouble en deux ondes réfractées polarisées suivant les tangentes aux lignes de courbure de l'un des trois systèmes de surfaces axiales.

Cette dernière Partie présente des obscurités, inévitables peut-être dans le mode d'investigation, plus intuitif que rigoureux, adopté par l'auteur, et il y a lieu d'ajouter que les considérations qu'il développe, pour expliquer l'absence d'une troisième onde réfractée, ne paraissent pas solidement fondées.

Sous ces réserves, la Commission estime que le Mémoire présenté contribue utilement à la solution d'un problème difficile et elle propose d'accorder à son auteur, à titre d'encouragement, une somme de *mille francs* sur les fonds du grand prix des Sciences mathématiques.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

Informé du résultat du Concours, l'auteur du Mémoire ayant pour épigraphe *Tenax* a exprimé le désir que le pli cacheté accompagnant son travail fût ouvert. M. le Président a proclamé le nom de M. **H. Willotte**, ingénieur des Ponts et Chaussées.

PRIX LA CAZE.

(Commissaires : MM. Edm. Becquerel, Berthelot, Cornu, Mascart, Lippmann, Bertrand, Cailletet, Debray; Fizeau, rapporteur.)

Le prix est décerné aux frères **Henry** (**Paul** et **Prosper**), tous deux astronomes adjoints à l'observatoire de Paris, pour l'ensemble des travaux relatifs à l'Astronomie physique qu'ils ont exécutés en commun, dans ces dernières années, avec un grand succès.

Les frères Henry se sont fait connaître d'abord par la recherche des petites planètes situées entre Mars et Jupiter, et l'on a vu le groupe de ces petits astres s'augmenter, en quelques années, de 14 planètes nouvelles, dont la découverte leur est due.

Chargés, par le Directeur de l'observatoire de Paris, de la confection des Cartes écliptiques destinées à faciliter ces recherches, les frères Henry reconnurent bientôt que la Photographie, qui avait fait dans ces derniers temps des progrès considérables sous le rapport de la sensibilité à la lumière, permettait d'abréger beaucoup le travail des Cartes célestes, tout en le rendant plus complet et plus sûr ; en conséquence, ils s'attachèrent à appliquer les procédés nouveaux à la reproduction photographique des planètes, des nébuleuses et de divers groupes d'étoiles.

C'est en suivant cette voie avec persévérance et habileté que les frères Henry ont obtenu ces remarquables photographies des diverses parties de la voûte céleste, lesquelles ont été soumises au Congrès astronomique réuni à l'observatoire de Paris au commencement de cette année, et adoptées par lui comme propres à former une Carte générale du ciel. Cette Carte permettra aux astronomes de fixer, pour l'époque actuelle, la position et l'éclat relatif d'un nombre énorme d'étoiles, nombre qui s'élèvera probablement à plus de 20 millions.

Il faut ajouter que ce résultat important, obtenu par les frères Henry, n'est pas seulement dû à un emploi heureux des procédés photographiques connus et à l'habileté des opérateurs; le succès doit être attribué, pour la plus grande part, à l'invention et à l'exécution d'un instrument spécial, réalisant les conditions optiques et mécaniques les plus favorables, instrument dont ils ont été à la fois les inventeurs et les constructeurs, et dont l'objectif a été travaillé de leurs propres mains par des méthodes spéciales, déjà employées par eux avec succès pour plusieurs

objectifs destinés à des lunettes astronomiques; mais l'habileté des frères Henry dans ce genre de travail vient d'être mise en évidence d'une manière plus complète encore, par la grande lunette récemment construite à l'observatoire de Nice, et dont l'objectif ne mesure pas moins de $0^m,76$ de diamètre.

En résumé, la Commission est d'avis que l'ensemble de ces travaux des frères **Henry** est très digne d'être récompensé par le prix La Caze.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON (STATISTIQUE).

(Commissaires : MM. Bertrand, de Jonquières; Haton de la Goupillière, Lalanne, Larrey, rapporteurs.)

Le nombre et l'importance des travaux présentés en 1887 en vue du prix Montyon de Statistique ne le cèdent pas aux concours précédents. Nous croyons utile, à cet égard, de signaler à l'Académie des Sciences la proportion toujours croissante des recherches relatives aux études médicales.

Notre Confrère, M. le baron Larrey, a eu l'honneur de présenter à l'Académie le 28 février 1887, de la part de M[me] Furtado-Heine, la *statistique médicale de son dispensaire* pour l'année 1886. Cette œuvre, déjà jugée hors ligne et hors concours, par la Commission du prix de Statistique de l'année dernière, a valu à la généreuse fondatrice la croix de la Légion d'honneur, et ne peut plus prétendre à d'autre récompense qu'à cette consécration exceptionnelle de la reconnaissance nationale.

Le prix proprement dit de la fondation Montyon a été décerné par votre Commission à M. **Victor Turquan** pour ses travaux relatifs à la population des communes de France. Un Rapport détaillé va vous être lu à ce sujet par M. Lalanne.

Nous vous demandons, en outre, l'allocation nécessaire pour décerner un prix équivalent à titre exceptionnel à l'Ouvrage de MM. **A. de Saint-**

Julien et **G. Bienaymé** relatif aux droits d'entrée et d'octroi à Paris. M. Lalanne vous présentera également un Rapport sur ce sujet.

Une mention très honorable a été attribuée à M. le Dr **F. Lédé** pour un ensemble de travaux relatifs à la statistique du service des nourrices et à la mortalité des nourrissons, en réservant les titres de cet auteur pour le prochain concours. Le Rapport vous sera présenté par M. le baron Larrey.

Une citation est accordée à M. le Dr **Aubert** pour ses études sur le recrutement dans la Loire-Inférieure. M. Haton de la Goupillière lira quelques lignes à ce sujet.

Nous ajouterons encore que M. le Dr **Mireur** a soumis à l'appréciation de l'Académie plusieurs Ouvrages imprimés relatifs à la syphilis et à la prostitution, spécialement dans la ville de Marseille, travaux qui ont été examinés par M. le baron Larrey. Ces documents se distinguent par des recherches historiques et pratiques au point de vue médical et sous le rapport de l'hygiène sociale qui présentent un grand intérêt, mais qui, en ce qui concerne spécialement la Statistique, ne renferment pas d'éléments suffisants pour pouvoir prendre place dans ce concours.

Rapport sur les travaux de M. Victor Turquan; par M. **L. Lalanne**.

M. **Victor Turquan** avait déjà présenté, au concours de 1885, un travail très considérable sur la population spécifique de la France et sur les variations de cet élément en différents points du territoire. Avant lui, notre Confrère de l'Académie des Sciences morales et politiques, M. Levasseur, avait notablement agrandi le champ des recherches de ce genre en menant à bonne fin l'étude des populations spécifiques par canton, telle qu'on peut les déduire du recensement de 1876. M. Turquan, poussant ses calculs jusqu'à la limite extrême des divisions administratives, a calculé les résultats relatifs aux 36 097 communes sur lesquelles a porté le recensement de 1881, le dernier qui ait précédé son travail. Ces résultats, il les a groupés et analysés avec beaucoup de soin et d'intelligence, dans des tableaux spéciaux dont il a fait ressortir les résultats principaux. Quelques-uns de ces résultats sont assez intéressants, et seront probablement assez peu modifiés par le recensement de 1886 et même par les recensements ultérieurs, pour qu'on puisse les signaler à l'attention. C'est ainsi que le nombre d'habitants par kilomètre carré étant de 71 pour la France entière, il y a 263 com-

munes dont la population spécifique est précisément égale à ce nombre moyen. Le chiffre de 40 habitants par kilomètre carré est celui sous lequel viennent se grouper le plus de communes; il n'y en a pas moins de 643.

Mais ce n'est pas seulement par des chiffres que M. Turquan a exprimé les résultats de ses recherches. Appelant à son aide les constructions graphiques parlant aux yeux, il « a considéré, dit-il, la population de notre pays comme un accident de terrain, une boursouflure du sol; plus la population sera dense, plus ce relief sera accentué; les espaces creux seraient ceux où la population est la plus clairsemée. » Il reprenait ainsi, pour son compte, une idée exposée à l'Académie il y a maintenant plus de quarante-deux ans (*Comptes rendus,* séance du 17 février 1845, t. XX, p. 438), mais qu'il lui était d'autant plus permis de ne pas connaître, que c'était seulement vingt-huit ans après qu'elle recevait sa première application. Un ingénieur très distingué, M. Vauthier, avait donné une Carte des courbes d'égale population spécifique dans l'étendue de la ville de Paris, et en signalait les analogies avec une Carte topographique, croyant l'idée nouvelle; et ce travail, de forme élégante, était présenté à l'Académie par un de ses Membres, ingénieur éminent lui-même (*Comptes rendus,* séance du 26 janvier 1864, t. LXXVIII, p. 264). Erreur sans conséquence, il est vrai, sauf quand il s'agit d'entrer dans le détail de l'histoire des méthodes graphiques. On doit donc admettre sans hésiter que, comme il était arrivé à M. Vauthier et plus tard à M. Alfred Durand-Claye, l'auteur d'études auxquelles le prix de Statistique a été décerné en 1884, sur l'épidémie de fièvre typhoïde qui a régné à Paris en 1882, M. Turquan a le mérite réel d'une idée encore peu connue. On est trop souvent disposé à accuser d'imitation *a posteriori* des travailleurs estimables qui ont rencontré, même longtemps après d'autres, des idées simples, qui étaient, pour ainsi dire, dans les mêmes milieux ambiants. Tel est le cas de M. Turquan, et il n'est que juste de lui en tenir compte.

On doit faire observer, d'ailleurs, qu'au lieu de s'attacher au tracé des courbes d'égale population spécifique, dont la continuité n'aurait pas laissé d'offrir de véritables difficultés, M. Turquan s'est sagement borné à suivre les limites des communes, en couvrant l'espace ainsi limité par la teinte conventionnelle qui convient au chiffre de la densité de la population de chacune d'elles. La représentation graphique qu'il présente est donc, à proprement parler, composée d'un assemblage de cylindres verticaux en contact immédiat chacun avec ceux qui l'entourent, terminés tous par deux bases égales et horizontales, dont la hauteur, qu'on peut coter, exprime

avec la teinte conventionnelle la densité moyenne de la population qui occupe la base inférieure.

Il est d'autant plus inutile de poursuivre, presque dans leurs détails, les conséquences qui se rattachent à ce grand travail d'ensemble, que M. Turquan a su conquérir, dans ce genre, un nouveau titre pour un travail plus important, assurément, que celui qui vient d'être rappelé. Dans le courant du mois de janvier 1886, une question dont les économistes se préoccupaient depuis longtemps fut portée au Sénat par l'initiative d'un de ses Membres, l'honorable M. Claude, des Vosges, qui proposa une enquête sur la consommation de l'alcool, tant au point de vue de la santé et de la moralité qu'au point de vue des intérêts du Trésor. Une Commission de dix-huit Membres travailla pendant une année presque entière sur cet important sujet, et, dès le 7 février 1887, son président et rapporteur M. Claude déposait sur la tribune du Sénat un volumineux Rapport qui vint en discussion pour première lecture le 2 juin, et dont les conclusions, adoptées par le Sénat le 24 du même mois, sont suivies d'un projet de résolution « qui les recommande à l'attention du Gouvernement, comme bases d'une réforme fiscale que sa connexité avec les règles de la morale et de l'hygiène publiques rend chaque jour plus urgente ».

Ces travaux parlementaires échappent complètement à notre compétence et nous ne les mentionnons qu'à raison de la nouvelle application à laquelle ils ont donné lieu du mode de représentation graphique précédemment appliqué par M. Turquan à l'étude de la répartition de la population sur le territoire.

Au Rapport fait au nom de la Commission d'enquête sur la consommation de l'alcool en France, sont jointes de nombreuses et importantes annexes, dont la dernière, qui porte le n° 17, occupe un volume distinct et a été adressée à l'Académie, pour le concours de 1887, par M. Turquan qui en est l'auteur. Ce Volume est un Atlas de statistique graphique comprenant 12 diagrammes et 20 Cartes, d'une exécution remarquable et dont les résultats, empruntés à des relevés numériques faits avec soin, se peignent à l'esprit comme ne le pourraient faire les éléments isolés qui ont servi à les dresser. Nous sommes d'autant plus fondés à admettre comme un titre décisif ce nouveau et important travail, que l'honorable M. Claude, sous la direction duquel il a été fait, s'empresse d'annoncer (Notice placée en tête de l'Atlas, p. 10) que l'exécution appartient entièrement à M. Turquan, tout en reconnaissant l'antériorité de l'idée émise dès 1843, comme la base du système employé.

En résumé, après avoir obtenu dans chacun des deux précédents concours une mention très honorable, M. **Victor Turquan** présente aujourd'hui un ensemble de travaux qui lui donne un droit incontestable au prix de Statistique que la Commission lui décerne.

Rapport sur un Ouvrage de MM. A. de Saint-Julien *et* G. Bienaymé *relatif aux droits d'entrée et d'octroi à Paris;* par M. **L. Lalanne.**

M. **A. de Saint-Julien**, ancien directeur des droits d'entrée et d'octroi à Paris, et M. **G. Bienaymé**, archiviste-bibliothécaire du Ministère des Finances, ont présenté au concours une histoire des droits d'entrée et d'octroi à Paris. Cet Ouvrage remarquable se compose de deux parties, l'une surtout historique, qui remonte aussi loin que possible dans l'étude de l'établissement de ces droits, et dans les transformations successives qui ont fini par convertir exclusivement en *droits d'octroi* des taxes qui, primitivement appliquées dans les halles et marchés, portaient le nom de *perceptions municipales*. L'autre partie est un ensemble de tableaux qui, au nombre de seize, font connaître les droits d'entrée principaux ou additionnels auxquels, à diverses époques, ont été assujetties un nombre considérable de denrées et de marchandises d'une nature très variée comprises sous quatorze rubriques principales : boissons et liquides, comestibles, combustibles, dépouilles d'animaux, marchandises non ouvrées, marchandises ouvrées, métaux, matériaux, bois à bâtir ou à ouvrer, bois ouvrés, bateaux et bois de déchirage, fourrages, objets divers, animaux divers et moyens de transport.

Les deux parties du Livre sont en connexion complète; ce n'est que par des recherches approfondies dans les sources les plus autorisées, de toutes les époques, qu'il a été possible de dresser cette riche collection de résultats numériques que renferment les quatorze tableaux dont il vient d'être question, et les deux tableaux récapitulatifs qui les suivent.

Les auteurs ont réussi à rétablir, à quelques lacunes près, la reconstitution des tarifs tant pour l'introduction que pour la vente, depuis le XIIe siècle jusqu'à nos jours. Ils ont rapproché les faits fiscaux des événements contemporains qui les ont motivés : « guerres, conditions de paix onéreuses, rançons royales, autant d'occasions plus ou moins réelles d'aides générales, auxquelles venaient se mêler les causes de contributions particulières à la ville, par exemple les fortifications, les disettes, les épidémies, les émeutes, les constructions d'édifices, de ports, de ponts, de

quais, de fontaines, le pavage, l'enlèvement des boues, l'éclairage, l'établissement de halles et de marchés, les subventions aux hôpitaux et les frais de police. »

L'importance d'une œuvre pareille a frappé votre Commission. Excluant systématiquement de son examen les Ouvrages purement historiques qui échappent à sa compétence, elle a, au contraire, accueilli comme réalisant en matière de Statistique une sorte d'idéal, un travail dont la contexture principale, composée de chiffres méthodiquement classés sous forme de tableaux, est éclairée d'une vive lumière par l'exposé des causes qui ont pu exercer une influence sur ces chiffres. Elle n'hésite donc pas à proposer à l'Académie de décider qu'un deuxième prix sera décerné pour l'année 1887 à l'Ouvrage de MM. **A. de Saint-Julien** et **G. Bienaymé.**

Rapport sur les travaux de M. le Dr Ledé; par M. le baron **Larrey.**

La Commission de Statistique de l'Académie des Sciences a reçu, aux dates du 6 septembre 1886 et du 31 mai 1887, deux volumineux manuscrits, accompagnés de nombreux tableaux statistiques. Le premier a pour titre : *Des nourrices; recherches sur les départements d'origine, l'âge de la nourrice, l'âge du lait, la situation civile des nourrices au sein et au biberon; quinze tableaux statistiques,* par le Dr **F. Ledé**, ancien interne des hôpitaux de Paris, médecin-inspecteur des enfants du premier âge.

L'introduction claire et précise de son travail en indique avec méthode l'origine, le but et les développements.

C'est la loi du 23 décembre 1874 qui a révélé à l'auteur combien était vaste le champ de ses recherches, facilitées d'ailleurs par la position officielle qu'il occupe à présent et par les précieux documents statistiques mis à sa disposition.

Il expose d'abord quelques considérations générales sur la loi dite *loi Roussel,* et lui adresse certaines objections, déjà produites, soit dans le Parlement, soit dans la presse. Ces objections visent moins le principe de cette loi si utile que ses applications multiples.

La question appelée *l'âge du lait* expose la situation de la nourrice, fille, mariée ou veuve et son âge, celui de l'enfant; la durée du séjour, la morbidité (qui devrait être étudiée avant la mortalité) sont réservées à la troisième Partie.

Les conclusions de l'auteur font ressortir les idées justes qui lui sont propres et le mérite de son immense travail.

1° Il propose, pour le premier article de la loi, d'ajouter ces mots : « même dans le cas où l'enfant est élevé par une parente, à quelque degré que ce soit, sans rétribution ni salaire ».

2° Ne permettre à la nourrice (dite à emporter) d'avoir de nourrisson que si son enfant est âgé d'au moins sept mois.

3° Faire connaître qu'un enfant d'un jour peut être confié à une nourrice dont le lait est âgé de huit à seize mois, sans préjudice pour l'enfant.

4° Il n'y a, actuellement, aucun moyen rapide d'examen du lait et encore faut-il que l'analyse chimique puisse corroborer les procédés.

5° Obliger la nourrice à sevrer son enfant, avant la fin du troisième mois, après le placement du nourrisson.

6° Adresser, de l'Académie de Médecine, dans les mairies, suivant les besoins, du vaccin en plaques ou en tubes, et autoriser le médecin-inspecteur à pratiquer, s'il y a lieu, la vaccination d'office.

7° Ne permettre aux nourrices dites au biberon de ne prendre aucun nourrisson s'il n'est âgé de trois mois, et défendre le biberon à long tube.

8° Étendre l'inspection médicale dans les départements où sont placés beaucoup d'enfants de Paris, et confier cette inspection à des médecins n'habitant pas ces départements (sauf la question budgétaire à réserver).

Toutes ces conclusions additionnelles à la loi paraissent fort sages et dignes d'approbation.

Un second manuscrit, encore plus étendu que le premier, a été adressé à l'Académie, en date du 31 mai 1887, par le Dr F. Ledé, sous ce titre : *Durée du séjour et mortalité des enfants placés en nourrice.*

Une préface bien faite expose l'application de la loi, depuis 1878, dans le département de la Seine, avec tous les soins possibles. L'auteur a puisé ses renseignements multiples dans sept registres distincts et officiels de diverses circonscriptions. Il passe en revue successivement :

Les lieux de naissance des enfants, la proportion générale des décès et leurs causes morbides, épidémiques ou contagieuses;

La durée du séjour des enfants allaités au sein, au biberon, en sevrage ou en garde : 1° pour les enfants légitimes; 2° pour les enfants illégitimes;

La statistique des *décès* dans les conditions précitées, par rapport à la durée du séjour, à l'âge et à toutes les autres catégories.

Suit l'énumération méthodique des maladies multiples, causes de décès.

Quelles sont les conclusions de ces recherches statistiques?

La durée du séjour en nourrice des enfants légitimes est, en général,

de dix à douze mois, après lesquels ils sont rendus à leurs parents qui doivent, dès lors, leur donner, avec beaucoup de ménagements, la nourriture artificielle.

La durée variable du séjour en nourrice des enfants illégitimes est malheureusement abrégée par diverses influences.

La principale cause est l'insuffisance des ressources ou la misère et l'abandon. Il importe, de plus en plus, que les pauvres enfants illégitimes soient préservés de toutes les causes de mortalité qui les atteignent et qui sont signalées, d'ailleurs, depuis trop longtemps.

La loi Roussel doit donc être revisée en ce sens, d'après l'auteur de ce grand travail de statistique, tant pour les enfants légitimes que pour les enfants illégitimes. L'auteur de cette loi devrait, selon nous, être consulté.

1° L'élevage au biberon, c'est un point essentiel, ne devrait jamais être autorisé dès la naissance.

2° L'enfant de toute femme voulant élever, chez elle, un autre enfant au sein, devrait être âgé, au moins, de sept mois et sevré dans les trois mois qui suivraient l'arrivée du nourrisson.

« Cette solution, dit l'auteur, protégera l'enfant de la nourrice et le nourrisson, à la fois. Elle atteindra deux buts, l'un au point de vue humanitaire et l'autre au point de vue social. »

La seconde Partie de ces laborieuses recherches du Dr Ledé, sur la *durée du séjour et la mortalité des enfants placés en nourrice,* forme un volumineux registre de tableaux graphiques et statistiques, relatifs aux diverses conditions exposées sur le premier registre de cet immense travail.

En conséquence, et comme conclusions générales de notre Rapport, nous dirons que, tout en faisant une large part aux documents officiels fournis à l'auteur, soit sur les applications de la loi Roussel, soit sur les nombreux travaux publiés par des économistes, par des médecins et surtout par ceux qui s'occupent le plus de l'hygiène de l'enfance, l'ensemble des recherches statistiques dues, en propre, à M. le Dr **Ledé** a une grande valeur et mérite une mention très honorable, en réservant ses titres acquis pour le prochain concours.

Rapport sur le Mémoire de M. le Dr Aubert;
par M. **Haton de la Goupillière.**

Votre Commission a remarqué un bon travail de M. le Dr **Aubert**, médecin-major de 1re classe, intitulé : *Études statistiques et médicales sur le recrutement dans le département de la Loire-Inférieure*. Elle lui accorde une citation, avec rappel de celle que le même auteur a obtenue l'an dernier pour son *Essai de statistique médicale du département de la Vendée*.

Les conclusions des différents Rapports qui précèdent sont adoptées.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

(Commissaires : MM. Chevreul, Fremy, Cahours, Debray, Troost; Friedel, rapporteur.)

Rapport sur les travaux de M. Arnaud.

M. **Arnaud**, préparateur de M. Chevreul au Muséum d'Histoire naturelle, a suivi dans ses recherches une voie trop peu fréquentée aujourd'hui.

Ayant fait, à l'occasion de nombreuses analyses de quinquinas, une étude générale sur les alcaloïdes de cette origine, il a découvert dans certaines écorces, particulièrement dans celles de *Remijia purdiana*, un nouvel alcaloïde très voisin de la cinchonine par sa composition et n'en différant que par deux atomes d'hydrogène en plus. La *cinchonamine* (c'est le nom qu'il lui a donné) a d'ailleurs des propriétés très éloignées de celles de la cinchonine. Elle est très toxique. Elle cristallise fort bien; il en est de même de la plupart de ses sels. Le plus remarquable de ceux-ci est l'azotate, qui est presque insoluble dans l'eau et cristallin. Sa solubilité est assez faible pour que M. Arnaud ait pu en tirer parti pour rechercher et doser l'acide azotique. Il a appliqué en particulier cette méthode au dosage des nitrates contenus dans les eaux naturelles et dans les sucs extraits des plantes; il a

montré aussi que les sels solubles de cinchonamine peuvent servir à la recherche des nitrates dans les tissus végétaux. Il suffit de faire des coupes minces dans les plantes et de les examiner au microscope après les avoir imbibées d'une solution faible de chlorhydrate de cinchonamine. On voit apparaître les cristaux de nitrate.

M. Arnaud a repris l'étude de la *carotine* qui avait été extraite de la carotte par Wackenroder, puis par Zeise et Husemann et à laquelle on avait assigné une composition inexacte. Il a montré qu'elle n'est pas un composé ternaire, mais bien un hydrocarbure non saturé auquel on peut assigner la formule $C^{26}H^{38}$. L'erreur commise par les chimistes allemands est due à l'extrême oxydabilité du carbure qui absorbe avec avidité l'oxygène de l'air et devient alors, après un temps suffisant, blanc, de rouge qu'il était primitivement. Il fixe également l'iode pour donner un biiodure cristallisé.

Ce qui augmente beaucoup l'intérêt qui s'attache à ce composé, en montrant qu'il doit jouer dans la végétation un rôle important, quoique encore inconnu, c'est qu'il accompagne la chlorophylle dans les feuilles de tous les végétaux, ainsi que l'a montré M. Arnaud.

S'attachant à étudier les variations de la proportion de carotine dans les diverses parties des plantes et à diverses périodes de leur développement, il a donné une méthode colorimétrique, qui permet de doser la carotine avec une exactitude suffisante.

Dans le cours de ces études, M. Arnaud a isolé un principe immédiat incolore qui avait été décrit par Husemann sous le nom d'*hydrocarotine* et qu'il a montré n'être autre chose que la cholestérine végétale.

Ainsi qu'on le voit, les travaux de M. **Arnaud**, faits avec beaucoup de soin, d'habileté et de persévérance, ont donné des résultats fort intéressants que l'Académie récompense en accordant à leur auteur la moitié du prix Jecker pour 1887.

Rapport sur les travaux de M. A. Haller.

M. **Haller**, professeur à la Faculté des Sciences de Nancy, a montré, depuis plusieurs années, une grande activité scientifique et a su grouper autour de lui des élèves qui marchent dignement sur ses traces.

Il a fait porter ses études principalement sur les camphres, ces composés intéressants dont la formule de constitution, après beaucoup de recherches, n'est pas encore fixée d'une manière certaine.

D'une part, il s'est attaché à comparer tous les camphols et camphres

connus, ainsi que quelques-uns de leurs dérivés. Il est parvenu à montrer que tous les camphols et tous les camphres correspondants ne diffèrent entre eux que par leur pouvoir rotatoire; c'est ainsi que les camphols de garance, de valériane, de *N'gai*, de *Bang Phien* possèdent le même pouvoir rotatoire à gauche; le camphre qui peut en être dérivé est identique au camphre de matricaire. Le camphol du *Dryobalanops camphora* a un pouvoir rotatoire égal et de sens contraire; le camphre qu'on en dérive est identique avec le camphre ordinaire. Quant au camphol de succin, il paraît être constitué en grande partie par un camphol racémique mélangé à du bornéol droit.

Dans une autre série de recherches, prenant comme point de départ le camphre sodé de M. Baubigny, M. Haller a préparé et étudié un certain nombre de dérivés pouvant jeter quelque jour sur la constitution de la molécule. Il a fait réagir sur le camphre sodé l'iode, le chloroforme, le sulfure de carbone, le chlorure de cyanogène. Des dérivés nouveaux ainsi obtenus, le camphre iodé et le camphre cyané sont les plus importants, ce dernier surtout, qui a pu être transformé en un acide, homologue supérieur de l'acide camphorique; le sel de plomb de celui-ci régénère le camphre par calcination, donnant ainsi un appui à la formule qui fait de ce corps une acétone.

Dans son étude sur le camphre cyané, M. Haller a obtenu la campholuréthane, qui lui a fourni l'occasion d'observer une réaction intéressante, qu'il a reconnue depuis être générale. Ce corps qui, décomposé par la potasse, devrait fournir de l'ammoniaque, de l'acide carbonique et du camphol, donne, lorsque la décomposition est faite en présence de l'alcool absolu, du cyanate de potassium et du camphol. Il en est de même pour les autres uréthanes, et l'urée elle-même et les urées composées, qui sont les diamides correspondant aux uréthanes, se scindent, elles aussi, en présence de l'alcool, en cyanate de potassium et ammoniaque ou amine. C'est là une réaction intéressante qui est précisément l'inverse de celle qui a permis à Wöhler d'effectuer son importante synthèse de l'urée.

L'étude du camphre cyané a aussi conduit M. Haller à s'occuper des particularités que présentent divers composés renfermant un radical cyanogène dans le voisinage d'un ou plusieurs groupes CO ou $(CO^2C^2H^5)$. Il a reconnu que, dans ces conditions, les corps peuvent prendre un caractère acide qu'ils ne possédaient pas auparavant. Il en est ainsi de l'éther malonique cyané, qui s'obtient en traitant l'éther malonique sodé par le chlorure de cyanogène, de l'éther benzoylacétique cyané et même du

méthylbenzoyle cyané ou cyano-acétophénone, qui se produit par la décomposition de l'éther benzoylacétique cyané.

Dans ces divers composés, comme cela arrive, à un plus haut degré, pour les corps diacétoniques, découverts par M. A. Combes, le voisinage de groupements négatifs semble imprimer à l'hydrogène, rattaché directement au carbone, un caractère analogue à celui qui appartient à l'hydrogène du groupe CO^2H.

Ce sont là des faits fort intéressants et dont l'étude complète aura une grande importance au point de vue de la définition et de la séparation rigoureuse des fonctions chimiques. Elle permettra sans doute d'établir les formules de composés complexes encore mal connus ; car il est probable que l'on a pris parfois pour des groupements acides, au sens habituel du mot, des arrangements moléculaires analogues à ceux signalés par M. Haller et M. A. Combes.

Ces travaux et d'autres encore, de moindre portée, que nous sommes obligés de passer sous silence, montrent que M. **Haller** est très digne de recevoir la moitié du prix Jecker pour 1887.

Les propositions de la Commission sont adoptées.

PRIX LA CAZE.

(Commissaires : MM. Chevreul, Fremy, Cahours, Friedel, Troost, Schlœsing, Berthelot, Peligot; Debray, rapporteur.)

A l'unanimité, la Commission du prix La Caze décerne ce prix à M. **Moissan**, professeur à l'École de Pharmacie, pour ses travaux sur le fluor.

Ce savant, à la suite de difficiles recherches, est parvenu à isoler le fluor, que ses habiles devanciers n'avaient fait qu'entrevoir. La Section de Chimie, chargée par l'Académie de vérifier ses expériences, les a trouvées exactes, et elle a consigné les résultats de son examen dans un Rapport approbatif lu en séance l'année dernière, mais sans pouvoir demander pour l'auteur une récompense qui n'était pas disponible.

Le prix La Caze devant être décerné cette année, il a paru juste à la Commission de l'attribuer à cette belle découverte.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

GÉOLOGIE.

PRIX DELESSE.

(Commissaires : MM. Hébert, Des Cloizeaux, Fouqué, Gaudry; Daubrée, rapporteur.)

M. **Gorceix** a rendu à la Science des services distingués, tant en Europe qu'au Brésil, dont il a fait sa seconde patrie.

Il y a une vingtaine d'années, M. Gorceix, en explorant la Macédoine, pays alors à peu près inconnu des géologues, y découvrait une série de couches fossilifères fort intéressantes, ainsi que de nombreux restes de Mammifères analogues à ceux de Pikermi. A une époque où la Thessalie était encore d'un accès difficile et dangereux, M. Gorceix l'a traversée de part en part, faisant sur son trajet un levé géodésique. Un gisement de fer chromé qu'il a découvert a été l'objet d'une exploitation suivie. Le bassin miocène de Koumi, dans l'île d'Eubée, lui a fourni des faits nouveaux avec une riche collection de plantes fossiles.

Ce savant a fait aussi des études très remarquables sur l'île de Cos, sur les fumerolles de Nisyros et sur l'éruption d'eau salée dont cette île a été le siège, ainsi que sur les dernières phases de l'éruption de 1866 au volcan de Santorin.

Plusieurs des importantes questions géologiques se rattachant aux richesses minérales du Brésil ont fait l'objet des recherches de M. Gorceix, qui y était particulièrement bien préparé par des connaissances approfondies en Minéralogie.

Dans son étude géologique des topazes de la province de Minas Geraes, l'auteur montre que les gisements de ces gemmes occupent deux fentes parallèles au milieu des schistes cristallins, fentes qui sont en relation avec une des principales dislocations du pays. La disposition de ces gîtes, les substances qui en font partie, mica, oligiste, rutile et autres, doivent faire attribuer leur formation aux mêmes causes que celles qui ont produit certains gîtes métallifères; l'action de combinaisons fluorées y est manifeste, de même qu'on l'a déjà reconnu pour les amas de minerai d'étain.

Après avoir indiqué une série de vingt-huit espèces minérales dans les graviers diamantifères, M. Gorceix a fixé la position du gisement en place du diamant à São João do Chapada, près de Diamantina, où on l'exploite; le diamant y est associé à la martite, au rutile, à l'anatase, à l'oligiste, tous en cristaux à arêtes vives, de telle sorte que le diamant paraît avoir la même origine que ces derniers minéraux.

Parmi les observations relatives aux dépôts diamantifères, dont on est redevable au même savant, il convient de citer encore l'abondance de la monazite et du zircon, ainsi que la présence du corindon, qui ont été reconnus dans un gisement de la province de Bahia.

Après avoir trouvé dans les graviers diamantifères le phosphate d'yttria et d'erbine, désigné sous le nom de *xénotime*, M. Gorceix a rencontré un gisement abondant de ce minéral jusqu'alors très rare.

Une découverte inattendue a été récemment faite par M. Gorceix : elle consiste dans la présence au centre des montagnes du plateau central de la province de Minas Geraes, qui sont entièrement formées de roches cristallines, de deux bassins d'eau douce appartenant au terrain tertiaire récent, pliocène ou miocène supérieur. Ces bassins, situés à une altitude de plus de 1000^m, correspondent à d'anciens lacs. Les couches argileuses qui en constituent la plus grande partie ont fourni en abondance des restes de plantes, feuilles, fleurs, graines, appartenant à plusieurs familles parfaitement déterminables, en présentant, avec la flore actuelle de cette région, la plus grande analogie, sauf quelques différences spécifiques. Les mêmes couches ont fourni des poissons appartenant à une famille qui est encore représentée dans les cours d'eau de la même région.

Ces fossiles, tant végétaux qu'animaux, apprennent que le climat de cette région de l'Amérique est aujourd'hui le même qu'à l'époque tertiaire. Quant aux terrains eux-mêmes, ils ont été modifiés dans leur position première : ils ont été relevés par le mouvement dirigé du nord-nord-ouest au sud-sud-est, qui a donné à cette partie de l'Amérique du Sud les derniers traits de son relief.

Depuis treize ans M. Gorceix dirige l'École des Mines, que notre illustre confrère, Dom Pedro, a fondée à Ouro-Preto pour contribuer, une fois de plus, à l'avancement de la Science et au progrès matériel de son vaste empire. Il y forme des élèves qui continueront à explorer les ressources de leur pays.

En couronnant M. **Gorceix**, nous nous rappelons que le donateur du prix l'honorait de son amitié et l'estimait comme son meilleur élève; c'est une grande satisfaction pour nous de penser qu'en cette circonstance

nous nous conformons sans doute à l'inspiration de notre très regretté Confrère.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

BOTANIQUE.

PRIX BARBIER.

(Commissaires : MM. Charcot, Richet, Brown-Séquard, Van Tieghem; Chatin, rapporteur.)

Parmi les travaux adressés à l'Académie, il en est deux considérables : le *Manuel de Technique microscopique,* par M. le Dr Latteux, et *Les Phosphates; leurs fonctions chez les êtres vivants*, de M. Jolly, qu'elle a dû renvoyer aux prix de Médecine et de Chirurgie, comme ne rentrant pas dans les sujets du prix Barbier, limités aux applications de la Botanique à la Thérapeutique.

Dans les Communications que votre Commission a dû retenir, elle a distingué, entre toutes, celles, assez nombreuses, qu'ont faites à l'Académie MM. **Heckel** et **Schlagdenhauffen**. Voici les titres de ces diverses Communications, dont plusieurs sont d'une véritable importance :

1° *Les végétaux utiles de l'Afrique tropicale;*

2° *Le Bondac et ses graines;* deux Mémoires;

3° *Le* Danaïs fragrans, *liane jaune des îles Mascareignes;*

4° *Le Kola :* anatomie, composition, emploi dans la Thérapeutique;

Sur le M'Bentamaré du Fedegosa : botanique, matière médicale, thérapeutique;

5° *Sur la galle de l'*Acacia spirorbis *Latreille;*

6° *Sur le vrai et le faux Jéquirity :* anatomie, composition chimique, propriétés phlogogènes du premier;

7° *Du café du Soudan tiré du* Clarkia biglobosa : structure et analyse;

8° *Recherches sur le* Thapsia villosa (au point de vue botanique et thérapeutique) *comparé au* T. garganica : botanique, chimie, action thérapeutique.

Votre Commission, considérant la valeur de l'ensemble des Mémoires ci-dessus, propose d'accorder le prix Barbier à MM. **Heckel** et **Schlagdenhauffen**, dont l'Académie a déjà deux fois encouragé les travaux.

Cette proposition est adoptée.

PRIX DESMAZIÈRES.

(Commissaires : MM. Chatin, Van Tieghem, Trécul, Duchartre; Bornet, rapporteur.)

L'Académie a reçu cette année deux envois pour le prix Desmazières. Le premier, inscrit sous le n° 1, provient de M. **Ardissone**, professeur à l'École royale d'Agriculture de Milan; le second est adressé par M. **Dangeard**, chef des travaux de Botanique à la Faculté des Sciences de Caen.

Depuis 1863, M. Ardissone n'a cessé d'étudier les Algues marines de l'Italie, et l'une de ses publications a obtenu le prix Thore pour 1878. Le Livre que l'auteur présente aujourd'hui est le plus considérable et le plus achevé qu'il ait encore publié. Cet Ouvrage est intitulé : *Phycologia mediterranea*. Les deux Volumes dont il se compose, l'un de 516 pages, paru en 1883, l'autre de 325, paru en 1886 et le seul qui remplisse les conditions du concours, comprennent les descriptions de cinq cent quatre-vingt-six espèces ou variétés appartenant à l'ensemble du bassin méditerranéen. Les descriptions sont brèves et claires. L'auteur les a fait suivre de remarques étendues qui contiennent des éclaircissements variés, relatifs à la biologie, à la distribution géographique, à l'histoire synonymique des espèces, à la discussion de leur validité et des caractères sur lesquels elles reposent. Indépendamment du soin que M. Ardissone a apporté à cette partie en quelque sorte fondamentale de son œuvre, il s'est préoccupé de mettre son Livre au courant des connaissances les plus récemment acquises, en les résumant soit dans l'introduction générale, soit dans les introductions particulières qui accompagnent la caractéristique des principales familles.

L'envoi n° 2 comprend deux Mémoires. L'un imprimé, qui a été présenté comme thèse de doctorat à la Faculté des Sciences de Paris en 1886, a pour titre : *Recherches sur les organismes inférieurs;* l'autre manuscrit, accompagné de deux planches inédites, est intitulé : *Recherches sur la famille des Volvocinées*.

Les organismes inférieurs dont s'est occupé M. Dangeard vivent au milieu et aux dépens des Algues et des animalcules qui peuplent les eaux stagnantes et confinées. Ce sont des êtres microscopiques, aux affinités obscures et multiples, qui se rattachent, d'une part, aux Infusoires flagellés et héliozoaires, de l'autre aux Champignons, par les Myxomycètes et les Saprolégniées. Comme leur organisation est très simple, les caractères

propres à les distinguer sont peu nombreux, plutôt indiqués qu'exprimés, difficiles à observer et à apprécier, et pourtant, sans la connaissance complète et approfondie de tous leurs caractères, on ne saurait comparer et ranger ces êtres d'une manière méthodique et satisfaisante. Sans doute les points saillants de leur histoire sont dès maintenant fixés, mais les détails sont loin d'être arrêtés avec une suffisante précision. C'est à combler ces lacunes que s'est attaché M. Dangeard, et les faits intéressants qu'il a rassemblés constituent une utile addition à ceux qu'on avait constatés avant lui. En même temps qu'elle se plaît à reconnaître le mérite de recherches dont elle apprécie les difficultés, votre Commission regrette que, dans l'état encore si fragmentaire et tout provisoire de nos connaissances, l'auteur ne se soit pas abstenu de proposer des genres que de nouvelles études pourront rendre rapidement caducs. L'un d'eux, le *Soretia*, s'il ne doit pas être réuni à quelque ancien genre, ne pourrait pas conserver ce nom parce qu'il fait double emploi avec le *Protomonas* créé expressément, il y a plus de vingt ans, par M. Hæckel, pour le *Monas amyli*.

Dans son second Mémoire, M. Dangeard a traité d'un sujet qui exigeait, comme le précédent, toutes les ressources d'une observation patiente et sagace. De délicates analyses lui ont permis de décrire avec une grande netteté la structure des zoospores dans les genres *Polytoma, Chlorogonium, Chlamydococcus, Chlamydomonas, Pandorina,* ainsi que les phénomènes qui accompagnent la conjugaison des gamètes dans ces genres. Dans le genre *Chlamydomonas,* ces phénomènes rappellent, d'une manière très remarquable, ceux qui caractérisent certains genres de la famille des Conjuguées filamenteuses.

Votre Commission, estimant que les travaux d'ordre si différent et difficilement comparables qu'elle vient d'examiner sont dignes l'un et l'autre des récompenses de l'Académie, vous propose de partager le prix, d'une manière égale, entre M. **Ardissone** et M. **Dangeard**.

Les propositions de la Commission sont adoptées.

PRIX MONTAGNE.

(Commissaires : MM. Duchartre, Naudin, Trécul, Chatin, Van Tieghem; Bornet, rapporteur.)

M. **Boudier**, ancien pharmacien à Montmorency, Correspondant de l'Académie de Médecine, a transmis au Secrétariat, pour le concours du prix Montagne, onze Mémoires ayant pour objet la famille des Champi-

gnons. Le premier remonte à 1869, le dernier date de quelques mois seulement. Ces Mémoires ne représentent qu'une partie des publications de l'auteur et une très faible partie des Notes qu'il a rassemblées sur les Champignons supérieurs, et principalement sur les Discomycètes.

La plupart de ces Mémoires renferment des descriptions d'espèces nouvelles; l'un d'eux traite « *Du parasitisme probable de quelques espèces d'Elaphomycès,* parasitisme que les observations récentes semblent avoir mis hors de doute. Mais l'attention de la Section a été particulièrement sollicitée par le travail intitulé : *Nouvelle classification des Discomycètes charnus, connus généralement sous le nom de Pézizes*. Préparé depuis longtemps par des études dont il a donné un fragment dans son Mémoire sur les *Ascobolus,* l'auteur a employé comme base de sa classification le mode de déhiscence des thèques, qui tantôt s'ouvrent par une fente circulaire formant opercule, tantôt par un simple trou. Il a été le premier à reconnaître l'importance de ce caractère, qui lui a permis de grouper d'une manière plus naturelle des genres et des espèces dont les affinités avaient été méconnues. Pour chacun des genres qu'il énumère, M. Boudier cite quelques espèces types; mais il est à souhaiter que, après en avoir tracé le cadre, l'auteur complète son œuvre en publiant une monographie descriptive du vaste groupe qu'il connaît si bien.

En attribuant le prix Montagne à M. **Boudier**, la Section de Botanique entend récompenser l'ensemble de ses travaux et l'encourager à réaliser bientôt le vœu qu'elle vient d'exprimer.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX SAVIGNY.

(Commissaires : MM. A. Milne-Edwards, Blanchard, de Lacaze-Duthiers, Grandidier; de Quatrefages, rapporteur.)

La Commission décide qu'il n'y a pas lieu de décerner le prix Savigny pour l'année 1887.

PRIX BORDIN.

(Question proposée pour l'année 1885 et remise à 1887.)

(Commissaires : MM. de Quatrefages, Blanchard, de Lacaze-Duthiers, Ranvier; A. Milne-Edwards rapporteur.)

La question proposée était la suivante :

« *Étude comparative des animaux d'eau douce de l'Afrique, de l'Asie méri-*
» *dionale, de l'Australie et des îles du grand Océan.* »

Aucun Mémoire n'ayant été déposé au Secrétariat, la Commission propose de retirer cette question du Concours.

Cette proposition est adoptée.

PRIX BORDIN.

(Question proposée pour 1887.)

Commissaires : MM. Blanchard, de Quatrefages, Sappey, de Lacaze-Duthiers; A. Milne-Edwards, rapporteur.)

« *Étude comparative de l'appareil auditif chez les animaux vertébrés à*
» *sang chaud, Mammifères et Oiseaux.* »

La Commission décide qu'il n'y a pas lieu de décerner le prix.
Elle propose de remettre le même sujet au concours pour 1889.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

Voir aux *Prix proposés,* page 1384.

PRIX THORE.

(Commissaires : MM. A. Milne-Edwards, Van Tieghem, Bornet, Duchartre; Blanchard, rapporteur.)

Au nom de la Commission du prix Thore, M. Blanchard déclare qu'il n'y a pas lieu de décerner ce prix pour l'année 1887.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Commissaires : MM. de Quatrefages, de Lacaze-Duthiers, A. Milne-Edwards, Ranvier; Ed. Becquerel, rapporteur.)

La question mise au concours était la suivante :

« *Étudier les phénomènes de la phosphorescence chez les animaux.*

» Les concurrents devront déterminer, à l'aide des recherches ana-
» tomiques et embryogéniques, quelle est la nature fondamentale des
» organes phosphorescents. Ils devront, en outre, démontrer, par les
» méthodes physiques et chimiques, le mode de production et les pro-
» priétés de la lumière émise. Le prix pourra être décerné à tout travail
» suffisamment approfondi portant sur un grand groupe du règne animal. »

Un seul concurrent, M. **Raphael Dubois**, professeur de Physiologie générale et comparée à la Faculté des Sciences de Lyon, a répondu au concours et a présenté un Ouvrage intitulé les *Élatérides lumineux*, qui avait fait l'objet de sa Thèse de doctorat à la Faculté des Sciences, ainsi que plusieurs Notes relatives à la fonction photogène chez les Podures, chez les Myriapodes et chez plusieurs animaux marins.

Le travail de M. Dubois sur les Élatérides est fort étendu et contient de nombreuses observations sur le développement, l'anatomie et la physiologie du pyrophore noctiluque des Antilles vulgairement appelé *Cucuyo*, mais il renferme surtout de très intéressantes recherches sur le mode de production de la lumière émise.

L'auteur a montré que les organes lumineux de ces insectes sont composés d'un tissu spécial et d'organes accessoires, et qu'au sein de ces tissus, dans les cellules où s'élabore la lumière, apparaît dans le protoplasma, d'abord homogène, une innombrable quantité de granulations caractérisées par une structure, des réactions et des propriétés physiques spéciales, et sans la présence desquelles le phénomène lumineux ne peut avoir lieu. Il a donné à ces granulations le nom de *vacuolides*, en raison d'un espace vide très petit que l'on observe au milieu de chacun d'eux; elles ne sont susceptibles ni de se multiplier, ni de donner naissance à d'autres corps organisés.

La production de la lumière n'a pas toujours lieu dans la même région chez le même animal; le siège varie avec les différentes phases du déve-

loppement. Chez les Élatérides adultes, elle est localisée dans trois points au niveau desquels les téguments restent transparents; dans les larves du premier âge, elle se passe seulement dans un groupe de cellules adipeuses situées entre la tête et le premier anneau; dans le second âge, tous les anneaux du corps portent des points lumineux. Chez les Lampyrides, le siège de l'émission lumineuse varie également, comme on le sait, avec leurs métamorphoses, les sexes et les espèces.

C'est par l'intermédiaire des muscles, suivant l'auteur, que les nerfs interviennent dans l'accomplissement de la fonction lumineuse et l'origine de l'excitation réside dans les ganglions cérébraux. Quant au sang, c'est l'excitant le plus direct de la fonction lumineuse; sa pénétration dans les organes lumineux est réglée par le jeu de muscles spéciaux. Les trachées interviennent ici comme dans toutes les manifestations vitales actives qui nécessitent une quantité d'oxygène en rapport avec leur fonctionnement. Cependant l'intervention de ces divers systèmes n'est pas indispensable à la production du phénomène lumineux, car celui-ci a lieu dans l'œuf, même après sa segmentation.

M. Dubois, comme résultat de ses recherches, arrive à la conclusion que l'émission lumineuse est uniquement due à une réaction chimique qui se produit dans les cellules mêmes des organes spéciaux. Cette réaction, suivant lui, est comparable à celle qui donne lieu à la production du glucose dans les tissus hépatiques. Tout se passe, dit-il, comme si la matière protoplasmique photogène contenait un ferment soluble albuminoïde coagulable par la chaleur et par les acides, du genre de la diastase, et sous l'influence duquel cette myriade de corpuscules ou vacuolides deviennent lumineux; il ramène ainsi la fonction photogène des animaux à un phénomène d'ordre chimique.

Quel est l'effet qui a lieu à ce moment : se produit-il une action du genre de celle qui se manifeste lors de la combustion lente du phosphore dans l'air, ou dans les expériences si curieuses de M. Radziszewski d'après lesquelles une oxydation lente de certaines matières organiques au sein d'un liquide est accompagnée d'une émission lumineuse; ou bien l'apparition des granulations indique-t-elle une action physique analogue à celle qui, d'après Henri Rose, résulte de la transformation de l'acide arsénieux vitreux en acide arsénieux opaque à l'instant de la cristallisation de ce dernier, transformation qui est accompagnée par une émission de lumière lors de l'apparition de chaque cristal?

M. Dubois a rejeté l'une et l'autre de ces hypothèses; il a montré que

la présence de deux matières distinctes, formées dans les cellules de l'organisme spécial, étaient indispensables, et que c'était uniquement la réaction produite entre elles qui donnait lieu à l'émission lumineuse. Dans le cours des recherches présentées dernièrement à l'Académie, et relatives à la fonction photogène chez le *Pholas Dactylus,* qui a la propriété d'excréter en abondance un liquide lumineux, il est parvenu à séparer ces deux substances : l'une, qu'il a nommée *luciférine,* est soluble dans divers liquides et cristallisable; l'autre, qu'il a appelée *luciférase,* est de nature albuminoïde et agit comme un ferment soluble du genre de la diastase. C'est sur la luciférine qui forme les granulations que la luciférase exerce son action. M. Dubois a pu, en mélangeant dans un vase les liquides qui contenaient, chacun séparément, l'une des substances, faire apparaître aussitôt la lumière.

Une autre disposition expérimentale permet de montrer simplement le même phénomène : il suffit de fixer sur une feuille de papier une légère couche de l'une des deux substances, puis de promener sur cette surface un pinceau imprégné de l'autre matière, pour voir aussitôt les lignes tracées avec le pinceau apparaître lumineuses quand on se trouve dans une chambre obscure : ces résultats sont tout à fait nouveaux et particulièrement intéressants.

La différence qui existe entre cette réaction et celles observées par M. Radziszewski, c'est que ces dernières résultent d'une oxydation lente de diverses matières organiques aux dépens de l'oxygène de l'air, tandis que d'après M. Dubois l'action de l'oxygène dans la fonction photogène des animaux n'intervient que pour permettre, dans les cellules, l'élaboration simultanée des deux matières actives et non pour engendrer directement la lumière.

L'auteur, depuis ses premières publications sur les Élatérides, a été conduit à modifier en quelques points ses idées sur la manière dont s'accomplit l'émission lumineuse chez les animaux : ce n'est qu'à la suite de ses dernières recherches sur les pholades qu'il a pu leur donner la forme définitive que nous venons d'indiquer.

Nous citerons encore une expérience très intéressante, faite dans ces derniers temps par M. Dubois au laboratoire de Roscoff, et dont plusieurs savants ont été témoins; elle montre bien la nécessité de la réaction de deux matières différentes pour l'émission lumineuse et la non-intervention, à ce moment, de l'oxygène de l'air. L'auteur ayant plongé dans de l'éther sulfurique des pholades lumineuses, le liquide s'est divisé en deux couches :

l'une, supérieure, éthérée, contenant la luciférine; l'autre, inférieure, aqueuse, renfermant la luciférase qui n'est pas altérable par l'éther. Lorsque le flacon était en repos, il n'y avait aucune phosphorescence; mais, à la moindre agitation, une belle phosphorescence se manifestait au contact des deux liquides et non dans le voisinage de l'air atmosphérique.

D'après M. Dubois, chez les nombreux animaux lumineux terrestres et marins, la fonction photogène est la même. M. Phipson avait déjà énoncé une semblable conclusion et admettait, dans les animaux, une même matière active, la noctilucine; mais il faisait intervenir l'action exercée sur elle par l'oxygène de l'air. M. Dubois a été plus loin dans l'analyse du phénomène et démontre la nécessité de la réaction de deux substances différentes qu'il est parvenu à séparer, réaction qui est indépendante de l'influence de l'oxygène. Il se propose, du reste, de chercher à isoler ces deux substances et d'en étudier les caractères et les propriétés d'une manière approfondie, quand il pourra se procurer une quantité de matières actives plus grande que celle dont il a pu disposer jusqu'ici.

M. Dubois s'est livré, dans le cours de ses recherches, à de nombreuses expériences sur l'intensité et la réfrangibilité des rayons émis par les élatères phosphorescents. L'analyse optique par réfraction ne lui a donné aucun résultat pouvant le guider dans ces études, car les images prismatiques sont continues et dénuées de raies ou bandes brillantes ou obscures; quant aux effets calorifiques et chimiques dus à ce rayonnement, ils sont tels qu'ils doivent être d'après l'intensité et la réfrangibilité des rayons émis. Mais il a fait cette remarque intéressante, que la lumière des pyrophores semble emprunter une partie de son éclat à la présence, dans les liquides des organismes lumineux, d'une substance fluorescente existant probablement dans la luciférine, si elle n'est pas la luciférine elle-même, puisque les cristaux de cette dernière matière sont doués de fluorescence.

M. Dubois a eu occasion de voir à Menton, sur les bords de la Méditerranée, la désagrégation de Cténophores donner lieu à des granulations rendant lumineuse la masse liquide où ils avaient été plongés et semblables aux granulations recueillies dans l'eau de mer phosphorescente dans laquelle il n'avait pu distinguer d'animaux lumineux. Il en a conclu que la phosphorescence de la mer, qui, le plus souvent, est due à la présence de nombreux animaux ou organismes vivants, particulièrement des Noctiluques, peut aussi résulter de débris organiques provenant d'animaux photogènes désagrégés.

En résumé, la Commission exprime le vœu que M. Raphaël Dubois

puisse étendre ses observations à d'autres classes d'animaux et continuer ses recherches sur la nature et les propriétés des substances auxquelles il attribue, par leur réaction, la fonction photogène animale; elle fait, en outre, des réserves quant aux faits qu'elle n'a pas été à même de vérifier, mais elle ne saurait méconnaître toute l'importance des résultats auxquels ce savant est parvenu à la suite de ses longues et patientes recherches, notamment en ce qui concerne le mode de production de la lumière émise; en conséquence, elle décerne à M. **Raphael Dubois** le grand prix des Sciences physiques.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Richet, Charcot, Marey, Larrey, Ranvier, Sappey, Chauveau, de Quatrefages; Brown-Séquard, rapporteur.)

I. — Prix.

Comme à l'ordinaire, la Commission a eu cette année à examiner plus de quarante travaux, dont la plupart sont des œuvres de mérite. Sans grande hésitation, cependant, la Commission a résolu de décerner, sauf votre approbation, les trois prix ordinaires de *deux mille cinq cents francs* chacun à M. le Dr **Leloir**, à M. le Dr **Motais** (d'Angers) et à MM. **Nocard** et **Mollereau**.

M. **Leloir** a adressé à l'Académie, pour prendre part au concours, son *Traité de la lèpre*, magnifique Ouvrage in-4, accompagné de 43 figures originales intercalées dans le texte, d'un bel Atlas de 22 Planches en chromolithographie, également originales, et de nombreux Tableaux statistiques.

Il se peut que quelques médecins considèrent aujourd'hui la lèpre comme une maladie en voie de s'éteindre ou, pour le moins, comme une maladie exotique et qui, en conséquence, nous intéresse fort peu, nous autres Français. Ce serait là une erreur profonde : non seulement la lèpre existe de nos

jours sur plusieurs points de l'Europe, en Espagne, en Portugal, en Norvège, etc.; mais encore elle peut être importée chez nous des pays lointains qui en sont particulièrement infectés, parmi lesquels nous comptons plusieurs de nos plus importantes colonies. De fait, il y a en permanence, à Paris, environ une centaine de lépreux. M. Leloir a donc fait œuvre utile, au premier chef, en appelant de nouveau l'attention sur une maladie terrible, toujours menaçante et certainement un peu trop oubliée.

Son Ouvrage d'ailleurs ne représente pas, tant s'en faut, seulement une œuvre de compilation érudite et habile : il est riche en documents personnels absolument inédits. L'auteur, en effet, dans le but de se renseigner *de visu*, a parcouru l'Italie, les pays méditerranéens, la Norvège enfin, et dans ces divers pays, où il a pu examiner près de neuf cents lépreux, il a recueilli plus de deux cents observations cliniques. Il lui a été donné, en outre, d'étudier un grand nombre de pièces anatomiques provenant des divers foyers lépreux du globe.

Parmi les documents nouveaux ou particulièrement intéressants qu'on trouve consignés dans l'Ouvrage de M. Leloir, nous mentionnerons surtout : une anatomie remarquable des néoplasies bacillaires propres à la lèpre ou, autrement dit, des lépromes; une étude originale relative à la morphologie, au siège, au mode de développement du bacille de la lèpre, découvert par Hansen; des tentatives d'inoculation sur les animaux, qui, à la vérité, n'ont donné aucun résultat précis, et d'importantes observations sur le rôle étiologique, capital dans la lèpre, de la contagion directe ou indirecte; un excellent historique de la lèpre considérée dans les temps anciens et dans les temps modernes; enfin une étude de géographie médicale vraiment de premier ordre et appuyée sur de nombreuses statistiques.

En publiant sur cette maladie, la lèpre, qui est encore une plaie sociale pour tant de pays comme elle l'a été pour le nôtre pendant plusieurs siècles, le Traité le plus complet qui ait paru depuis le célèbre Ouvrage de Danielsen et Boeck, M. Leloir, nous n'hésitons pas à le dire, a bien mérité de la Science et de l'Humanité. La Commission, à l'unanimité, décide de vous proposer de décerner l'un des trois prix à M. le Dr **Leloir**.

M. le Dr **Motais**, d'Angers, a présenté à l'Académie un Ouvrage intitulé : *Anatomie de l'appareil moteur de l'œil de l'homme et des vertébrés*. Ce livre comprend deux séries de recherches. La première est relative aux muscles intra-orbitaires, et la seconde à l'aponévrose qui entoure ces muscles et le

globe de l'œil. L'une et l'autre sont remarquables par l'importance et par l'originalité des faits qui s'y rattachent. Chacune d'elles mérite un examen particulier et une appréciation générale qui en feront ressortir la portée, l'intérêt et la haute valeur.

A. *Muscles intra-orbitaires*. — Depuis longtemps déjà ces muscles avaient été décrits dans les principaux ordres de vertébrés, mais les travaux destinés à nous les faire connaître étaient restés épars, sans aucun lien, et comme isolés. Les relier les uns aux autres, les comparer entre eux, les féconder par une vue d'ensemble et philosophique, tel était le progrès qu'il importait de réaliser, et tel est aussi le but que s'est proposé d'atteindre le Dr Motais. Ce but, il a su l'atteindre en effet. Son Ouvrage, sous ce rapport, est digne des plus grands éloges. Ce que ses prédécesseurs avaient à peine ébauché, il l'a terminé. Passer en revue tous les détails que renferme cette œuvre d'Anatomie comparative est une mission que votre rapporteur a dû s'imposer; mais loin de lui la pensée de l'imposer à l'Académie.

Pour caractériser l'esprit qui a présidé aux longues études de l'auteur, il me suffira de mettre en lumière quelques-unes des vues générales qui en découlent.

Les muscles contenus dans la cavité de l'orbite se distinguent en *muscles droits* et *muscles obliques*, auxquels viennent s'ajouter, dans certains vertébrés, le muscle choanoïde et ceux qui meuvent la troisième paupière.

Les muscles droits chez l'homme et la plupart des mammifères s'attachent en arrière sur le nerf optique, en avant sur l'hémisphère antérieur du globe de l'œil. Dans les autres vertébrés, mais surtout chez les poissons, ils présentent, sous ce double point de vue, une foule de variétés; deux faits principaux cependant se dégagent de leur étude comparative : chez les uns, ils s'insèrent en arrière dans un canal, le *canal sphénoïdal*, qui prolonge le sommet de l'orbite jusqu'à l'occipital, et chez les autres, sur les parois de cette cavité; or, chez les premiers, ces muscles se fixent en avant sur l'hémisphère postérieur du globe de l'œil, et chez les seconds, sur l'hémisphère antérieur, en sorte que les postérieurs n'ont qu'une très faible action sur cet organe, tandis que les antérieurs lui impriment au contraire des mouvements très étendus. Autour de ce fait général viennent s'en grouper plusieurs autres qui n'offrent pas moins d'intérêt, mais que je suis réduit à passer sous silence.

Les muscles obliques chez les vertébrés supérieurs sont très écartés à leur insertion fixe et très rapprochés à leur insertion mobile ou oculaire.

Chez la plupart des vertébrés moins élevés dans l'échelle animale, c'est une disposition inverse qu'on observe : ils se touchent à leur insertion fixe et se trouvent très éloignés l'un de l'autre à leur insertion opposée; de là, un antagonisme plus complet et des mouvements plus étendus aussi.

Le muscle *choanoïde* entoure le nerf optique en s'étendant du sommet de l'orbite au pôle postérieur du globe oculaire. Le Dr Motais, en l'étudiant dans les principaux ordres de la série animale, en signale toutes les variétés; il a ainsi réussi à en donner une description très exacte, très complète et bien supérieure à celles que nous possédions. Il décrit mieux aussi qu'on ne l'avait fait jusqu'alors l'appareil moteur, si intéressant, de la troisième paupière.

A ses études d'Anatomie comparée, l'auteur, sans se laisser arrêter par aucun sacrifice, a cru devoir annexer un grand nombre de dessins, les uns simplement lithographiés, les autres en chromolithographie, très habilement exécutés. Ses descriptions étaient assez lucides pour ne pas lui imposer un tel luxe de démonstration. Cependant, ils ont pour avantage de faciliter l'intelligence des minutieux détails dans lesquels il s'est laissé entraîner par le désir d'être à la fois plus clair et plus complet.

Toute cette première partie de son Ouvrage se recommande donc à l'attention de l'Académie par l'abondance des faits, la nouveauté des aperçus et les heureux résultats que l'auteur a su tirer de leur rapprochement.

B. *Aponévrose orbitaire.* — Cette aponévrose, mentionnée et décrite par Tenon au commencement du siècle, a été, depuis 1841, le sujet d'un grand nombre de publications dans lesquelles les anatomistes ont émis des opinions très différentes, en sorte que la Science, sur ce point, n'est pas encore fixée. Le Dr Motais s'éloigne beaucoup, dans sa description, non seulement des conclusions adoptées par ses prédécesseurs, mais des notions élémentaires sur lesquelles ils semblaient d'accord. Pour eux, cette aponévrose était essentiellement destinée au globe de l'œil. Pour lui, elle est destinée surtout aux muscles et ne diffère pas des autres aponévroses musculaires. Sa disposition générale serait la même. Ces dernières se dédoublent en passant d'un muscle au muscle voisin, pour se reconstituer ensuite et se dédoubler de nouveau si elles rencontrent, sur leur trajet, un autre muscle ou d'autres organes, tels que des vaisseaux et des nerfs par exemple. A ses yeux, l'aponévrose orbitaire se comporterait de même. Elle entoure tous les muscles moteurs de l'œil et des paupières, se décompose en deux lames au niveau de chacun d'eux, se prolonge dans leur in-

tervalle et reste partout continue à elle-même. Elle fournirait une enveloppe non seulement à chaque muscle et au globe de l'œil, mais aux vaisseaux et aux nerfs, et même aux pelotons adipeux qu'elle rencontre sur son trajet. Telle est sa disposition générale.

Cette opinion ne sera peut-être pas adoptée par tous les observateurs. On peut même prévoir qu'elle sera combattue par quelques-uns. Mais elle atteste une étude très consciencieuse, très approfondie, dont le mérite ne paraît pas contestable.

A cette vue générale se rattachent trois données principales que votre rapporteur doit signaler aussi. L'auteur divise l'aponévrose orbitaire en deux parties : l'une, postérieure, essentiellement affectée au globe de l'œil et aux muscles; l'autre, antérieure, présentant la forme d'un entonnoir. Le troisième fait général est relatif à la constitution de l'enveloppe fibreuse de l'œil, qui serait doublée, selon M. le Dr Motais, par une véritable membrane séreuse.

De ces trois vues principales, la deuxième représente le côté vraiment original de ses études sur l'aponévrose de Tenon. L'entonnoir membraneux par lequel cette aponévrose se termine en avant et la description qu'il en donne distinguent en effet son travail de tous ceux qui l'ont précédé. Par ses parties latérales cet entonnoir s'attache aux parois externe et interne de l'orbite, et par ses parties supérieure et inférieure il se prolonge dans les paupières, desquelles il remonterait ensuite vers leur bord adhérent.

Cette opinion touche au point le plus controversé de l'aponévrose orbitaire; la lumière n'est pas faite sur ce point, et de nouvelles recherches seront nécessaires pour contrôler les conclusions de l'auteur. Mais, alors même qu'elles seraient contestées, elles méritent d'être prises en grande considération; elles contribueront au progrès en provoquant de nouvelles recherches.

Ses études sur l'aponévrose orbitaire, de même que ses nombreuses observations sur les muscles moteurs de l'œil sont donc du nombre de celles que l'Académie des Sciences se fait un devoir d'accueillir avec faveur et d'honorer de ses encouragements. Entreprises sur une large base, poursuivies avec ardeur pendant plusieurs années, elles attestent un rare dévouement à la Science, un esprit à la fois observateur et philosophique, et sont dignes au plus haut degré d'être récompensées. Votre Commission vous propose de décerner à M. le Dr **Motais** l'un des trois prix de la fondation Montyon.

Le troisième travail que nous avons jugé digne d'un prix est de MM. **Nocard** et **Mollereau**. Il a pour titre : *Sur une mammite contagieuse des vaches laitières*. Il se distingue au moins autant par sa grande importance scientifique que par son utilité pratique. En effet, s'il donne les moyens de prévenir et de guérir une maladie qui altère gravement un des aliments les plus utiles à l'homme, ce travail a, de plus, le grand avantage d'introduire dans la Science des connaissances nouvelles sur la physiologie générale des agents infectieux.

La maladie que MM. Nocard et Mollereau ont étudiée est une forme de mammite chronique qui s'observe sur les vaches en lactation. Elle se transmet très facilement des vaches malades aux vaches saines et devient « une » véritable calamité pour les établissements où l'on entretient un grand » nombre de femelles pour la production industrielle du lait ».

Ce produit est rendu impropre à la consommation et communique ses altérations au lait sain avec lequel on a l'imprudence de le mélanger. Les auteurs du travail décrivent avec soin ces altérations, ainsi que celles de la mamelle malade. Mais l'intérêt de ces détails disparaît en présence de celui qui s'attache à la description de la cause de la maladie.

MM. Nocard et Mollereau ont démontré que cette maladie est déterminée par la présence d'un microbe d'une nature particulière. C'est un *Streptococcus* qu'ils décrivent soigneusement et représentent dans une belle figure photographique.

Ce microbe se rencontre dans le lait en grande quantité. On le trouve aussi dans les points malades de la mamelle, « au centre des masses cellulaires qui résultent de la desquamation de la paroi des canaux excréteurs ».

Les auteurs ont cultivé ce *Streptococcus* dans du lait pur, dans des bouillons de poule, de veau, de porc, de cheval, de levure de bière, etc. Les divers milieux solides utilisés dans les laboratoires de Bactériologie ont aussi servi à faire la culture artificielle du microbe. Mais ce sont les cultures en bouillons qui ont fourni aux auteurs les renseignements les plus intéressants sur la biologie de cet agent pathogène.

Ils ont démontré que le *Streptococcus* de la mammite contagieuse est à la fois aérobie et anaérobie; que le développement en est singulièrement favorisé par l'addition au liquide de culture d'une petite quantité de sucre ou de glycérine; que ce liquide devient acide, par formation d'acide lactique dont la présence s'oppose à la continuation de la prolifération du microbe et en détruit promptement la vitalité; que l'addition d'une petite

quantité de carbonate de chaux prévient ces effets dans les cultures en neutralisant l'acide lactique au fur et à mesure de sa formation. D'où il résulte que le « *Streptococcus* de la mammite contagieuse des vaches laitières jouerait, vis-à-vis du sucre, le même rôle que le ferment lactique dont il diffère à tant d'égards ».

MM. Nocard et Mollereau ont achevé la démonstration du rôle joué par ce *Streptococcus*, en reproduisant expérimentalement la maladie à l'aide d'inoculations locales. L'injection d'un liquide de culture soit dans l'épaisseur de la mamelle, à l'aide de la seringue Pravaz, soit par le trayon dans le sinus galactophore, détermine la mammite aussi bien chez la chèvre que chez la vache.

L'ingestion du virus ou son inoculation par les voies générales d'absorption sont impuissantes à communiquer la maladie.

Ces expériences démontrent que la contagion naturelle se fait exclusivement par l'intermédiaire des mains de l'individu chargé de la traite. Les auteurs en ont déduit des mesures prophylactiques très simples qui ont produit d'excellents effets partout où elles ont été appliquées.

Les résultats donnés par l'étude des conditions de développement du *Streptococcus* ont inspiré aux auteurs l'idée de traiter la maladie locale qu'il provoque par des injections d'une solution d'acide borique. Ce traitement réussit presque toujours quand la maladie est à ses débuts.

La Commission vous propose de décerner l'un des trois prix à MM. **Nocard** et **Mollereau**.

II. — Mentions honorables.

La Commission a choisi pour les trois récompenses de cet ordre les travaux de MM. **P. Berger**, **Cornil** et **Babès**, et **Aug. Ollivier**.

1. Le travail de M. **Paul Berger** a pour titre : *Amputation du membre supérieur dans la contiguïté du tronc. — Amputation interscapulo-thoracique.* (In-8° de 370 pages, avec planches.)

M. le Dr Berger ayant eu l'occasion de pratiquer, en octobre 1882, l'amputation totale du membre supérieur droit, y compris l'omoplate, pour un énorme chondrome occupant toute la racine de ce membre, obtint une guérison rapide et qui se maintient encore aujourd'hui.

Quatre ans après, en octobre 1886, au Congrès de Chirurgie de Paris, il communiqua les recherches qu'il avait faites, en collaboration avec

M. Farabeuf, pour arrêter une méthode opératoire de choix devant servir de guide aux chirurgiens obligés de pratiquer cette grave opération.

Enfin, en 1887, M. Berger, qui avait fait de cette opération l'objet d'une étude approfondie et de recherches bibliographiques spéciales, réunit toutes les observations éparses dans les publications périodiques, les classe méthodiquement, les discute, les apprécie, et s'en empare pour tracer une histoire complète des lésions de l'épaule qui réclament cette amputation du membre supérieur dans la contiguïté du tronc. C'est de ce travail dont j'ai à vous rendre compte.

Après un coup d'œil rapide sur l'historique de la question, l'auteur passe en revue et analyse les 51 observations qu'il a pu réunir, et démontre que la mortalité atteint à peine le cinquième des opérés. Il espère, non sans raison, que, quand le procédé opératoire sera mieux réglé, cette mortalité diminuera encore.

Je ne suivrai pas l'auteur dans tous les développements qu'il donne, par exemple, au Chapitre des résultats des opérations, qu'il divise en résultats immédiats et en résultats éloignés; ni dans celui des indications et contre-indications.

Mais je dois attirer l'attention de la Commission sur le Chapitre que M. Berger consacre à l'opération. C'est le point capital du travail. L'auteur démontre, par l'analyse des observations, que le principal danger opératoire provient de l'ouverture des gros troncs artériels ou veineux. L'ouverture de l'artère sous-clavière et des branches qu'elle fournit donne lieu à des écoulements sanguins artériels, dont il est parfois très difficile de se rendre maître, et qui, dans quelques cas, ont déterminé la mort.

Quant à l'ouverture des gros troncs veineux, comme ils sont tous situés dans la sphère dangereuse, celle de l'aspiration de l'air par les canaux veineux béants, elle est peut-être plus redoutable encore que celle des gros troncs artériels.

Pour obvier à ces deux grands dangers, M. Berger préconise et pose en principe la ligature préalable de la veine et de l'artère sous-clavière. Pour pratiquer sûrement cette opération, parfois très difficile à cause du déplacement qu'ont subi les vaisseaux par le fait du développement des produits pathologiques, il propose la résection préalable de la partie moyenne de la clavicule. Grâce à ces précautions, l'opération s'achève avec une certitude presque absolue.

L'amputation elle-même, c'est-à-dire le détachement du membre, s'accomplit à l'aide de deux lambeaux, l'un antérieur et l'autre postérieur, qui donnent un bon résultat.

Deux belles planches et deux photographies accompagnent ce travail et facilitent l'interprétation du texte.

L'Ouvrage de M. Paul Berger marque un grand progrès chirurgical. Il régularise et fait passer dans la pratique une opération qui, jusqu'alors, était restée livrée aux appréciations personnelles de chaque chirurgien, sans données précises ni régulières.

Aujourd'hui, tout chirurgien en présence d'un cas qui nécessitera l'amputation du bras dans la contiguïté devra méditer le travail de M. Berger et s'en bien pénétrer, s'il veut mener son opération à bonne fin.

C'est donc là un grand service rendu à la Science et à l'Humanité, et c'est ce qui me fait demander pour l'auteur une des récompenses dont nous disposons.

La Commission propose de décerner à l'auteur une des trois mentions honorables de la fondation Montyon, avec la somme de *quinze cents francs*.

2. *Les bactéries et leur rôle dans l'anatomie et l'histologie pathologiques des maladies infectieuses*, tel est le titre du Livre de MM. **Cornil** et **Babès**. Ce Livre résume d'une manière à peu près complète l'état de nos connaissances sur les bactéries pathogènes. La science nouvelle dont il traite date à peine d'hier, et déjà elle comprend un nombre immense de matériaux qu'il importait de réunir, de condenser, de classer, tant pour en mieux faire ressortir la signification que pour les mettre à la portée de tous les travailleurs. Cette œuvre a été consciencieusement accomplie dans le Livre de MM. Cornil et Babès. Pour la mener à bien, ils ont vérifié par eux-mêmes les faits qu'ils présentent au lecteur, et n'ont pas reculé devant le labeur considérable qui leur était imposé par la multiplicité de ces faits.

Aussi leur œuvre de vulgarisation porte-t-elle le cachet d'une véritable originalité. Ce qui la distingue surtout, c'est le soin que les auteurs ont mis à décrire les lésions histologiques causées par les micro-parasites pathogènes. Cette description est complétée par de fort belles figures dessinées d'après nature, figures extrêmement nombreuses, qui sont d'un grand secours au médecin désireux de s'initier aux découvertes nouvelles.

Il faut ajouter que les auteurs ont contribué pour une certaine part à ces découvertes. Nombre de faits exposés dans leur Livre ont été signalés pour la première fois par les auteurs.

La Commission vous propose de décerner l'une des trois mentions honorables, avec la somme de *quinze cents francs*, à MM. **Cornil** et **Babès**.

3. Le Livre du Dr **Auguste Ollivier**, intitulé : *Études de Pathologie et de Clinique médicales*, est une collection de la plupart des importants et très nombreux Mémoires publiés à diverses époques par l'auteur. Nous ne signalerons que ceux de ces Mémoires qui ont le plus de valeur par les découvertes ou les conclusions originales qu'ils contiennent.

Parmi les découvertes et les vues originales exposées par l'auteur, nous mentionnerons les suivantes :

1° Il a le premier montré que certaines maladies chroniques, notamment l'endocardite, peuvent être dues à une influence exercée par la grossesse.

2° Il a montré que l'angine herpétique peut avoir pour cause un trouble nerveux et n'être qu'un zona des branches terminales des nerfs maxillaire supérieur et glosso-pharyngien.

3° Il a le premier établi, à l'aide d'un cas fort bien étudié, que la goutte peut s'attaquer aux méninges spinales, donnant lieu à des symptômes spéciaux.

4° Il a étudié avec soin des symptômes non signalés de la chorée et de l'ataxie locomotrice : ce sont des troubles trophiques consistant en érythèmes et du purpura dans la chorée, et en hyperhydrose et de la séborrhée du cuir chevelu dans l'ataxie.

5° Plus et mieux que personne, il a montré, après deux membres de cette Commission (M. Charcot et votre rapporteur), que le système nerveux central peut donner lieu à des hémorragies viscérales. Il a trouvé que, même sans lésion organique, le système nerveux, troublé dans l'hystérie, peut causer une hématémèse non vicariante.

6° Il a étudié avec le plus grand soin le développement des maladies chroniques sous l'influence de la grossesse. Le premier, il a signalé l'existence de cette influence comme cause d'affections chroniques, notamment l'endocardite.

7° L'orchite typhoïdique était fort peu connue : il en a bien établi les caractères, et il a fait voir qu'elle n'est pas très rare, puisqu'il en a recueilli 22 cas.

8° Il a bien montré que certaines hématuries des vieillards ont pour cause l'athérome des artères rénales.

9° Il a donné d'excellentes raisons pour établir que l'ictère de l'empoisonnement par l'hydrogène arsénié est un ictère hémaphéique.

Nous pourrions rapporter nombre d'autres faits nouveaux et un grand nombre d'autres déductions originales; mais nous pensons qu'il y a dans cet énoncé une raison suffisante pour que l'Ouvrage du Dr **Auguste Ollivier** reçoive une des trois Mentions honorables de la fondation Montyon, avec la somme de *quinze cents francs*.

III. — Citations honorables.

La Commission propose d'accorder une citation honorable aux auteurs suivants :

M. **Hallopeau**, pour un *Traité de Pathologie générale*.

M. **Albert Robin**, pour ses *Leçons sur le traitement de la fièvre typhoïde*.

MM. **Bertrand** et **Fontan**, pour un Ouvrage sur l'*Entéro-colite chronique* et *endémique des pays chauds*.

M. **Petit**, pour des *Essais de Bibliographie médicale*.

M. **Robert**, pour un *Traité des manœuvres d'ambulance*.

L'Académie adopte successivement les conclusions de ce Rapport.

PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. Marey, Richet, Charcot, Brown-Séquard, Verneuil; Bouchard, rapporteur.)

Rapport sur un Livre de M. Galtier *intitulé : « La rage envisagée, chez les animaux et chez l'homme, au point de vue de ses caractères et de sa prophylaxie »*. Lyon, 1886.

Les travaux de M. Pasteur sur la pathologie et la prophylaxie de la rage ont, dans ces dernières années, modifié profondément nos connaissances sur ces sujets et conduit à des solutions absolument inattendues. Après la justice qui est aujourd'hui rendue aux éclatantes découvertes de notre illustre Confrère, il convient de signaler aussi les découvertes accomplies dans le même domaine par un des professeurs de l'École vétérinaire de Lyon. M. **Galtier**, dans le Livre qui est soumis à votre jugement, expose l'état de la Science sur ce sujet et résume ses propres découvertes. Je n'en veux retenir qu'une seule.

Le 29 janvier 1881, dans une Note adressée à l'Académie de Médecine,

M. Galtier annonçait que l'injection de virus rabique dans les veines du mouton ne provoque pas la rage chez cet animal, mais semble lui conférer l'immunité.

Dans une autre Note, adressée à l'Académie des Sciences le 1er août 1881, M. Galtier reproduisait la même affirmation. Chez le mouton, l'injection intra-veineuse, sans provoquer la maladie, produit cependant une modification de l'organisme telle que la morsure faite par un chien enragé ne peut plus être suivie de rage.

C'était l'application à la rage d'une méthode prophylactique que peut revendiquer l'École lyonnaise. C'était aussi la première démonstration de la possibilité de conférer à certains animaux l'immunité pour la rage.

La Commission a pensé qu'une telle découverte méritait d'être signalée avec honneur. Elle vous propose d'accorder à M. **Galtier**, sur la rente du prix Bréant, une récompense de *trois mille francs*.

Rapport sur un Mémoire de MM. Chantemesse *et* Widal *intitulé : « Recherches sur le bacille typhique et l'étiologie de la fièvre typhoïde ».*

Ce travail donne le résumé le plus complet de toutes les recherches entreprises touchant les caractères du bacille pathogène de la fièvre typhoïde et le contrôle expérimental de tous les faits acquis. Ce qui appartient en propre aux auteurs, c'est qu'ils ont démontré que, quand les eaux alimentaires sont la cause de la fièvre typhoïde, et c'est de beaucoup le cas le plus fréquent, on peut y démontrer la présence de ce même bacille typhique. Ils l'ont établi pour cette épidémie de Pierrefonds dont l'Académie a gardé le douloureux souvenir, pour une épidémie de maison dans le quartier de Ménilmontant, pour l'épidémie de Clermont-Ferrand.

Ils ont démontré que ce microbe pathogène peut garder très longtemps sa vitalité dans les eaux courantes ou dans les réservoirs, et que, dans ces derniers, quand on ne peut plus les démontrer dans l'eau, on peut encore, même au bout de deux mois, les retrouver dans la vase.

Ces faits ont une telle importance au point de vue de l'hygiène, que la Commission vous propose d'accorder aux auteurs, sur la rente du prix Bréant, une récompense de *deux mille francs*.

Les conclusions de ce Rapport sont successivement adoptées.

PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. Richet, Charcot, Sappey, Ranvier; Brown-Séquard, rapporteur.)

La Commission distingue particulièrement un remarquable Ouvrage de M. **Azarie Brodeur**, intitulé : *De l'intervention chirurgicale dans les affections du rein*. Ce livre, en six cents pages, est plein de faits montrant combien la Chirurgie a fait de grands progrès, grâce aux procédés antiseptiques. Il serait difficile de donner plus de preuves de connaissances profondes que celles fournies par l'auteur dans cette monographie. Il rapporte trois cent vingt-sept observations d'opérations faites sur le rein et il en tire, avec une grande rigueur, des conclusions dont quelques-unes sont nouvelles. Il a étudié avec infiniment de soin les diverses conditions morbides du rein, et il a donné avec de minutieux détails les règles du traitement chirurgical relatives soit à l'extirpation, soit à d'autres opérations à faire sur ce viscère.

Nous croyons qu'un travail aussi bien fait, sur un sujet presque nouveau, mérite à tous égards une récompense. La Commission propose donc à l'Académie de décerner le prix Godard à M. **Azarie Brodeur**, professeur à Québec.

Cette proposition est adoptée.

PRIX CHAUSSIER.

(Commissaires : MM. Brown-Séquard, Richet, Larrey, Sappey; Charcot, rapporteur.)

Limité par les conditions de date inscrites dans le programme du prix Chaussier, M. **Jaccoud** n'a pu présenter à ce Concours que ses deux Ouvrages les plus récents; mais il convient de rappeler que ces Ouvrages continuent une œuvre écrite qui embrasse une période de plus de vingt-cinq années de travail, et qui a dès longtemps acquis à l'auteur une grande et légitime notoriété.

Les Ouvrages que M. Jaccoud soumet aujourd'hui au jugement de l'Académie sont de deux ordres : l'un expose le résultat de ses études sur la curabilité et le traitement de la phtisie pulmonaire; l'autre présente ses Leçons de Clinique médicale. Tous deux réalisent, dans le domaine de la

Médecine pratique, d'importants et multiples progrès, entre lesquels nous devons nous borner à signaler les plus saillants.

On peut dire que, par ses *Études sur la phtisie*, ce n'est pas seulement un progrès, c'est une véritable réforme que l'auteur a accomplie relativement au traitement climatérique et au traitement thermal de cette maladie.

Jusqu'alors, par exemple, toute indication précise faisait défaut pour l'emploi des climats rigoureux d'hiver dans le traitement des phtisiques; cette méthode, aussi puissante pour le bien que pour le mal, était, ou bien systématiquement repoussée par la routine, ou bien dangereusement appliquée sans règle, et comme au hasard. Se fondant sur des études et des observations poursuivies pendant plus de dix années, M. Jaccoud a formulé, pour la première fois, les indications et les contre-indications respectives des climats de plaine et des climats de montagne, des climats doux et des climats rigoureux d'hiver.

Ses conclusions sont fondées, d'une part, sur l'observation des modifications produites dans l'organisme par les diverses conditions climatériques, notamment par l'abaissement de la pression barométrique, lequel, ainsi qu'il l'a établi, est l'agent thérapeutique fondamental des résidences d'altitude; d'autre part, sur l'observation des malades; enfin, et avant tout, sur l'étude personnelle de toutes les localités sans exception. Depuis Madère et les Canaries jusqu'à Davos en Suisse et Görbersdorf en Silésie; depuis le Maroc, l'Algérie, l'Espagne et la Sicile jusqu'à Falkenstein dans le Taunus et Goudal en Norvège, il a tout visité, dans les saisons voulues, dans le but exprès de déterminer les conditions réelles du séjour pour les malades, de fixer enfin la pratique sur les indications de toutes ces stations disparates et de faire connaître leur adaptation vraie aux diverses catégories de phtisiques.

Les trois Volumes de *Clinique médicale* présentés par M. Jaccoud contiennent les Leçons qu'il a professées à l'hôpital de la Pitié, dans une des Cliniques de la Faculté, pendant les années 1883 à 1886. Cet Ouvrage se recommande par l'excellence de la méthode. Partout l'auteur s'efforce de compléter l'observation du malade par les recherches du laboratoire et, d'une façon générale, par l'application de toutes les méthodes d'investigation qui ont enrichi la Science contemporaine. C'est ainsi qu'on peut espérer de substituer à la clinique nécessairement empirique des temps passés une clinique scientifique qui sera le caractère dominant de notre époque médicale.

Les Leçons de M. Jaccoud portent sur l'ensemble des maladies qui ressortissent à la Clinique générale. Sur plus d'un sujet elles fournissent des

notions nouvelles, de très importantes acquisitions pour la Médecine pratique.

Celles qui sont relatives à la fièvre typhoïde nous paraissent devoir surtout être mentionnées. L'auteur, dans cette catégorie si souvent explorée, a su rencontrer cependant un certain nombre de faits entièrement nouveaux : c'est ainsi que, sous le nom de *forme sudorale*, il a décrit une forme ignorée de fièvre typhoïde que caractérisent des sueurs précoces et persistantes, l'intermittence et l'irrégularité de la fièvre, l'absence de symptômes abdominaux; en même temps qu'il faisait connaître les moyens qui permettront de vaincre les difficultés de diagnostic qui se présentent à peu près toujours dans les cas de ce genre. On lui doit encore d'avoir pu rectifier, pour la fièvre typhoïde commune, certaines notions régnantes touchant la marche de la température. Il a prouvé, en effet, que la température dans cette maladie n'a pas toujours la régularité cyclique qui lui a été assignée; que les écarts du type sont multiples, considérables; que la fièvre peut, à un moment quelconque, cesser d'être continue pour devenir intermittente, et que, dans plus du cinquième des cas, on peut observer temporairement une température normale. Non moins considérable est le fait relatif au type inverse de la température; il est admis, comme on sait, que ce type, dans lequel la température est plus élevée le matin que le soir, appartient en propre à la tuberculose aiguë; or l'auteur prouve que le type inverse peut être constaté durant tout le cours de la fièvre typhoïde et que, par suite, fait d'une grande importance pratique, il n'est point un signe différentiel décisif pour le diagnostic de cette fièvre et de la tuberculose.

L'auteur n'a pas été moins heureux dans ses recherches sur les maladies des appareils circulatoire et respiratoire. Dans ce domaine, nous citerons ses études sur l'endocardite infectieuse, où il montre que l'hyperthermie n'est pas un accompagnement nécessaire de cette affection; sa description d'une forme pathologique non encore décrite et qu'il désigne sous le nom de *broncho-alvéolite* fibrineuse hémorragique; ses recherches sur le mécanisme de l'infection purulente à la suite de la pneumonie, où il établit, par la chronologie des accidents et par la comparaison des micro-organismes constatés dans les poumons et dans divers foyers purulents, qu'il s'agit alors d'une pyohémie par migration microbienne; enfin, ses très importantes études sur les moyens de reconnaître les adhérences qui font disparaître la partie inférieure de la cavité pleurale et qui permettent d'éviter les accidents très graves pouvant, par ce fait, survenir dans l'opération si souvent pratiquée de la thoracocentèse.

Je pourrais signaler encore bien d'autres études qui ne sont ni moins

personnelles ni moins fructueuses; mais je craindrais de grandir outre mesure ce Rapport, et je pense d'ailleurs en avoir dit assez pour montrer que les derniers Ouvrages de M. Jaccoud, empreints d'une originalité de bon aloi et riches de faits nouveaux, concourent non moins utilement que leurs aînés aux progrès de la science et de la pratique médicales.

Votre Commission, à l'unanimité, vous propose de décerner le prix Chaussier à M. **Jaccoud**.

Cette proposition est adoptée.

PRIX SERRES.

(Commissaires : MM. de Quatrefages, Ranvier, Sappey, Brown-Séquard; A. Milne-Edwards, rapporteur.)

En décernant le prix Serres au professeur **Alexandre Kowalevsky**, de l'Université d'Odessa, la Commission a voulu donner un témoignage de haute estime à une œuvre considérable d'Embryologie comparée dont l'influence sur les études zoologiques a été des plus marquées. Les naturalistes n'ont pas oublié l'impression que produisit, il y a vingt ans, la publication des *Études sur le développement des Ascidies simples*. Le mode de formation des larves urodèles des Tuniciers y était exposé par Kowalevsky avec une exactitude minutieuse, dans tout ce que l'apparition des systèmes organiques a de plus délicat, depuis les premières manifestations de la division ovulaire jusqu'à l'éclosion et aux transformations de l'embryon. Le plan anatomique de ces êtres, leur notochorde, né de l'endoderme primitif, le canal neural, leur vésicule cérébrale, et l'ébauche si particulière de leur région caudale, étaient représentés et interprétés d'une manière tout à fait inattendue, comme indiquant une parenté originelle plus ou moins lointaine entre le groupe des Tuniciers et celui des Vertébrés. Pour apporter des arguments nouveaux en faveur de sa thèse, l'auteur nous montrait presque en même temps les processus évolutifs de l'*Amphioxus*, choisi comme le type le plus simple ou le plus dégradé du groupe des animaux à vertèbres jusqu'alors considéré comme absolument indépendant et pour ainsi dire isolé. Quelle que soit la doctrine qui nous guide dans nos études, nous devons reconnaître que la publication de ces deux Mémoires marque une époque dans l'histoire de l'Embryologie. Les phénomènes soumis à l'investigation du biologiste ont ceci d'essentiel que, sous une apparente simplicité, ils cachent toujours une incessante variété et un polymor-

phisme extrême, si bien que, dans cette étude aux faces si diverses, les esprits les plus opposés trouvent motif à des recherches dont les tendances peuvent sembler contradictoires. A l'inverse des classificateurs et des anatomistes voués à la recherches des caractères différenciels, l'embryologiste russe dont nous rappelons les travaux a été évidemment inspiré dans son œuvre par le souci de découvrir ce qui peut indiquer, dans le développement des êtres, des liens de parenté entre des types incontestablement différents une fois arrivés à l'état adulte.

En même temps qu'il suivait et interprétait le développement des Ascidies et de l'*Amphioxus*, M. Kowalevsky abordait l'étude embryologique des Cténophores et se trouvait ainsi engagé dans la recherche de la signification morphologique des deux feuillets blastodermiques primitifs. Huxley avait déclaré qu'il était possible de considérer les deux couches constitutives du corps des Cœlentérés comme homologues des deux assises cellulaires que l'on trouve aù début du développement chez les animaux plus élevés. M. Kowalevski s'est attaché à prouver que ces deux feuillets blastodermiques primitifs sont en effet identiques dans toute la série animale et qu'on doit leur attribuer la même valeur et la même signification, quoiqu'ils puissent se constituer par des moyens différents. L'anatomiste russe explique ces divers processus formateurs par la quantité variable de substance nutritive contenue dans l'œuf. L'influence de ce vitellus se fait sentir dès le début par des modes spéciaux de segmentation. Cette opinion devenait indiscutable après qu'il eut été possible de montrer que, chez deux espèces de Cœlentérés du même genre, le feuillet interne se constitue, dans un cas, par invagination de la couche cellulaire primitive, et dans l'autre par dédoublement ou prolifération de la même assise.

Le professeur Kowalevsky ne s'est pas borné à ces recherches des premiers stades embryonnaires : ses observations sur le développement des Cœlentérés ont porté sur tous les types du groupe, sur les Hydraires et les Acalèphes, sur les Actiniaires, sur les Alcyonnaires et les Cténophores ; elles ont fait connaître des modes différents d'organisation larvaire et elles ont donné la signification des divers tissus de ces êtres. Les remarques plus récentes qu'il a publiées en collaboration avec M. Marion sur les Alcyonnaires tendent à prouver que le prétendu mésoderme de ces coraux n'est pas de même nature que celui des Cœlomates, bien qu'il remplisse les mêmes fonctions physiologiques.

Nous ne pouvons analyser ici en détail l'œuvre entière du naturaliste russe. Il nous faut cependant rappeler ses recherches sur les Holothuries, sur le *Phoronis* et le *Loxosoma*, ses belles descriptions du développement

des Pyrosomes dont la vie coloniale s'ébauche déjà à l'intérieur de l'œuf, ses études sur le bourgeonnement des Ascidies et celles sur l'évolution de l'Anchinie faites en commun avec le Dr Barrois.

Dans une série d' « études sur les Vers et les Arthropodes », M. le professeur Kowalevsky a exposé le développement si particulier de la *Sagitta* et celui des Oligothètes des genres Euaxes et *Lumbricus*, dont les premiers feuillets se constituent d'après des processus différents sous l'influence du vitellus nutritif. L'histoire embryologique de l'Hydrophile, insérée dans le même travail, demeure tout à fait classique. Les Abeilles, les Lépidoptères, les Scorpionides ont été également étudiés par cet investigateur, qui publie en ce moment même d'importantes recherches sur les métamorphoses post-embryonnaires des Muscides.

Dans cette rapide énumération de Mémoires, dont la valeur est connue de chacun, nous ne pouvons passer sous silence celui qu'il a consacré aux Brachiopodes. Les larves si remarquables de ces animaux s'éloignent plus qu'on n'aurait pu le supposer de celles des Mollusques vrais, non pas seulement par leurs facies général, mais encore par tous les détails de leur façonnement organique. L'embryogénie de l'Argiope, de la Thécidie, de la Térébratuline, doit modifier la place que ces Invertébrés occupaient dans la classification. Les Mollusques ont aussi fixé l'attention du professeur **Kowalevsky**, qui a consacré deux Mémoires, imprimés dans un Recueil français, au développement du Chiton et du Dentale.

Il est inutile d'insister davantage sur des travaux dont l'analyse se trouve aujourd'hui dans tous les Traités généraux; ce qui a été dit suffit pour faire connaître les services que le naturaliste russe a rendus à l'Embryologie et qui ont décidé la Commission à lui attribuer le prix Serres.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX LALLEMAND.

(Commissaires : MM. Charcot, Ranvier, Richet, Marey; Brown-Séquard rapporteur.)

La Commission se trouvant en présence de travaux originaux d'une très grande importance, les uns dus à deux très habiles cliniciens de Bordeaux, MM. **Pitres** et **Vaillard**, les autres à M. **Van Lair**, de Liège, croit devoir proposer à l'Académie de partager le prix Lallemand entre les deux auteurs français et l'auteur belge.

Rapport sur les travaux de MM. A. Pitres *et* L. Vaillard.

Depuis plus de cinq années, MM. **A. Pitres** et **L. Vaillard** se sont attachés à l'étude anatomo-clinique des affections des nerfs périphériques. L'histoire de ces altérations était fort peu avancée alors, et c'était le temps où l'un de vos rapporteurs pouvait dire « qu'en dehors du saturnisme » il n'existe pas « un exemple bien avéré d'amyotrophie généralisée, relevant d'une altération primitive des nerfs périphériques (1) ». L'opinion dominante était qu'en dehors de quelques cas tout à fait exceptionnels, les nerfs ne subissent d'altérations soit inflammatoires, soit dégénératives, que lorsque leurs centres trophiques médullaires ont subi, antérieurement, des lésions destructives. Les recherches de MM. Pitres et Vaillard ont grandement contribué à modifier, à cet égard, l'opinion des neurologistes. Elles démontrent, en effet, que les névrites périphériques sont beaucoup plus fréquentes qu'on ne le supposait et qu'elles se produisent souvent à titre d'affections primitives, c'est-à-dire indépendantes de toute altération préalable des centres nerveux.

Ces recherches font l'objet de neuf Mémoires publiés, de 1883 à 1887, dans les *Archives de Neurologie*, les *Archives de Physiologie* et la *Revue de Médecine* (2). Chacun de ces Mémoires renferme plusieurs observations originales, accompagnées d'examens histologiques très complets, consignés le plus souvent dans de fort bonnes Planches.

---

(1) J.-N. Charcot, *Maladies du système nerveux*, t. II, p. 292.

(2) *Des névrites périphériques non traumatiques* (*Archives de Neurologie*; 1883. Planches chromolithographiques). — *Contribution à l'étude des gangrènes massives des membres, d'origine névritique* (*Archives de Physiologie*; 1er janvier 1885. Planche chromolithographique). — *Altération des nerfs périphériques dans deux cas de mal perforant plantaire et dans quelques autres formes de troubles trophiques des pieds* (*Archives de Physiologie*; 15 février 1885. Planche chromolithographique). — *Contribution à l'étude des névrites périphériques survenant dans le cours ou la convalescence de la fièvre typhoïde* (*Revue de Médecine*; décembre 1885). — *Des névrites périphériques chez les tuberculeux* (*Revue de Médecine*; mars 1886). — *Contribution à l'étude des névrites segmentaires* (*Archives de Neurologie*; juin 1886. Planche chromolithographique). — *Contribution à l'étude des névrites périphériques chez les tabétiques* (*Revue de Médecine*; 1886). — *Contribution à l'étude de la paralysie ascendante aiguë* (*Archives de Physiologie*; 1887). — *Névrites périphériques dans le rhumatisme chronique* (*Revue de Médecine*; juin 1887).

Voici l'indication très sommaire des principaux faits et découvertes qui ont été mis en lumière par ces importants travaux.

Après avoir perfectionné la technique qui convient à l'étude anatomo-pathologique des nerfs périphériques, les auteurs ont montré que, dans certains cas de gangrène des membres, dans le mal perforant et dans certaines dystrophies des ongles des orteils ou de l'épiderme, il existe une altération correspondante, et vraisemblablement primitive, des filets nerveux qui se rendent aux parties lésées; ils ont fait voir que plusieurs accidents nerveux survenant pendant le cours ou la convalescence de la fièvre typhoïde, par exemple certaines amyotrophies limitées, certaines anesthésies localisées qui se voient en pareille circonstance, relèvent d'une altération des nerfs périphériques provoquée sans doute par l'action directe du poison typhique sur les tubes nerveux; que les nerfs se montrent souvent altérés dans la tuberculose aiguë ou chronique, de façon qu'on peut expliquer par là l'existence fréquente, chez les malades de ce genre, de douleurs lancinantes, de plaques hyperesthésiques ou anesthésiques, siégeant en grand nombre sur le tronc ou les membres. Ils ont étudié mieux qu'on ne l'avait fait les altérations des nerfs qui se voient dans la paralysie diphtérique et ils ont démontré que les névrites périphériques sont fréquemment observées chez les sujets tabétiques, chez ceux principalement où existent des troubles trophiques cutanés, osseux ou musculaires; ils ont fait connaître, enfin, que, dans la paralysie ascendante aiguë, il existe une altération diffuse des nerfs périphériques sans participation du centre spinal, et que dans le rhumatisme articulaire chronique, une altération du même genre se montre à titre de complication fréquente.

Outre ces recherches, qui éclairent d'un jour tout nouveau l'histoire anatomoclinique des nerfs périphériques, MM. Pitres et Vaillard ont encore fait connaître, dans diverses Communications à la Société de Biologie ([1]), les résultats d'une série d'études expérimentales où ils montrent, contrairement à une opinion généralement répandue, que les tubes nerveux, lorsqu'on les met en contact avec certains réactifs, subissent aisément les altérations nutritives et dégénératives que l'on rattache habituellement au processus inflammatoire; de telle sorte que, en suivant les indications données par ces observateurs, il est devenu facile de provoquer à volonté l'apparition de névrites légères ou graves, et d'en étudier, par

([1]) Société de Biologie; séances des 9 avril, 14 mai, 4 juin 1887.

conséquent, à tous les degrés possibles de leur évolution, les lésions et les symptômes.

Rapport sur les travaux de M. Van Lair.

M. **Van Lair**, de Liége, a envoyé au concours sept Mémoires [1], tous fort intéressants et dont quelques-uns sont extrêmement remarquables au double point de vue de la Physiologie et de la Chirurgie pratique. On doit à cet observateur d'avoir proposé des règles particulières pour l'emploi d'un drain d'osséine, règles qui ont conduit à de grands succès pour la suture des nerfs. Il est facile, à l'aide de la suture tubulaire par les drains d'os décalcifiés, d'obtenir, sur le nerf sciatique coupé, chez un chien, la régénération d'un segment de nerf d'une longueur assez considérable (5^{cm}).

M. Van Lair a poussé plus loin que ses prédécesseurs l'étude de la régénération des nerfs, et il a élucidé, à cet égard, nombre de points obscurs ou controversés. Contrairement à ce qu'on croyait, il a montré que la suture des nerfs coupés, lorsque les deux bouts sont à une certaine distance l'un de l'autre, réussit mieux que la suture avec contact des deux bouts.

Il a bien fait voir que c'est par fissiparité que se multiplient les cylindraxes du bout central d'un nerf coupé qui se régénère. Il a trouvé qu'il pouvait, à l'aide de drains d'osséine, conduire un nerf, se régénérant après section, dans des parties bien différentes des voies normales. Il a découvert qu'un drain de caoutchouc peut s'organiser comme des drains de catgut et d'osséine, lorsqu'on s'en sert pour aider à la régénération nerveuse. Cette évolution histologique si remarquable semble pouvoir aller jusqu'à la production d'un tissu spécial.

Les faits si singuliers de retour extrêmement rapide de l'action nerveuse sensitive et motrice, après la section d'un tronc nerveux aux membres,

---

(1) *De la régénération des nerfs par le procédé de la suture tubulaire* (*Archives de Biologie,* Vol. III; Bruxelles, 1882). — *Névrotisation du cartilage osseux dans la suture tubulaire des nerfs* (*Archives de Physiologie;* Paris, 1883). — *Nouvelles recherches sur la régénération des nerfs* (*Archives de Biologie;* Bruxelles, 1885). — *De la dérivation des nerfs* (*Archives de Physiologie;* Paris, 1885). — *De l'organisation des drains de caoutchouc dans la suture tubulaire des nerfs régénérés* (*Revue de Chirurgie;* août 1886). — *Sur le trajet de la distribution des nerfs régénérés* (*Archives de Physiologie;* Paris, août 1886). — *Recherches critiques et expérimentales sur l'innervation indirecte de la peau* (*Archives de Biologie;* Bruxelles, 1886).

chez l'homme comme chez les animaux, ont été l'objet de nombre d'explications plus ou moins valables. M. Van Lair a montré ce qu'il y a de vrai dans quelques-unes de ces explications et il a établi que c'est surtout à la diffusion anatomique de branches collatérales venant des troncs nerveux qu'est dû le retour rapide de la motricité et de la sensibilité.

En résumé, les recherches très originales de M. Van Lair l'ont conduit à des conclusions nouvelles d'un très grand intérêt et d'une importance réelle en Physiologie, en Pathologie chirurgicale et en Thérapeutique.

Nous proposons à l'Académie de partager le prix Lallemand et de le donner à MM. **Pitres** et **Vaillard** et à M. **Van Lair**.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Marey, Charcot, Sappey, Ranvier; Brown-Séquard, rapporteur.)

M. **Quinquaud** a publié d'intéressantes recherches relatives à l'influence du froid et de la chaleur sur les phénomènes chimiques de la respiration et de la nutrition. Bien que les importants problèmes abordés par l'auteur de ce travail n'aient pas été complètement résolus par lui, les solutions partielles qu'il a obtenues nous ont paru suffisantes pour nous décider à lui décerner le prix de *Physiologie expérimentale*.

Parmi les points dignes d'attention dans ces recherches, nous nous bornerons à signaler les plus remarquables. M. Quinquaud a trouvé que, sous l'influence de la réfrigération, un volume donné de sang perd plus d'oxygène en traversant les tissus, et qu'il entraîne alors plus d'acide carbonique qu'à l'état normal, d'où il suit que l'activité des échanges nutritifs est augmentée. Ceci, cependant, n'a lieu que lorsque la température n'est pas descendue au-dessous de 26° à 28° C. De plus, le bain froid augmente l'oxy-

génation du sang artériel, condition qui coïncide avec une hyperexcitabilité neuro-musculaire qui peut aller jusqu'à causer des convulsions. La mort a lieu lorsque la température centrale est descendue à 18°, à moins qu'on n'ait pratiqué l'insufflation pulmonaire, auquel cas elle peut n'avoir lieu qu'à la température de 10° à 12°, l'air ambiant étant très froid.

M. Quinquaud a aussi trouvé qu'une réfrigération locale peut causer la mort assez rapidement, mais que des cobayes soumis à cette cause de mort peuvent, alors qu'ils agonisent, se rétablir sous l'influence d'un bain chaud.

Il a constaté ce fait extrêmement intéressant que la quantité de glycose contenue dans le sang devient plus considérable chez les animaux refroidis, et que l'urine peut alors en contenir.

Il a trouvé en outre que, lorsque la température centrale est descendue au-dessous de 24° ou 25°, l'absorption de l'oxygène et l'exhalation de l'acide carbonique diminuent.

Il a de plus fait des recherches pleines d'intérêt sur l'influence des bains chauds et trouvé là aussi plusieurs faits nouveaux.

Nous croyons que ces recherches méritent d'être encouragées, et nous proposons à l'Académie de décerner le prix de Physiologie expérimentale à M. **Quinquaud**.

La Commission a eu aussi à examiner un Mémoire de MM. **Augustus D. Waller** et **E. Waymouth-Reid** *Sur l'action du cœur excisé de Mammifères*.

Ce travail contient nombre de faits nouveaux et très intéressants à l'égard des phénomènes électriques du cœur, de la durée de l'action rythmique des quatre parties de cet organe après l'excision, et de la lenteur que peut acquérir l'onde de contraction cardiaque dans certaines circonstances. Nous pourrions nous borner, pour légitimer notre conclusion à l'égard de la récompense que nous proposons d'accorder à ces physiologistes, à renvoyer à l'analyse qu'ils ont publiée de leur Mémoire dans les *Comptes rendus* (séance du 31 mai dernier, p. 1547). Mais nous croyons devoir rappeler quelques-uns des points établis par ces auteurs.

Ils ont fait voir que le cœur excisé des Mammifères se comporte comme celui des Batraciens, quant au passage de l'onde de contraction, mais avec quelques différences. Dans le cœur des Mammifères, la variation n'est pas toujours diphasique. Elle ne l'est pas aussitôt après l'excision, mais le devient plus tard, d'ordinaire après quelques minutes. Les mouvements du galvanomètre et de l'électromètre indiquent, dans la variation monopha-

sique, une négativité prédominant soit à la pointe, soit à la base; dans la variation diphasique, une négativité à la pointe, puis à la base, ou *vice versa*. Une autre différence a été trouvée entre le cœur des Mammifères et celui de la Grenouille : c'est que le mouvement de la pointe s'est montré presque toujours avant celui de la base, tandis que chez la Grenouille c'est toujours l'inverse qui a lieu.

Les expériences de ces physiologistes ont été excessivement multipliées, et leur Mémoire donne un nombre très considérable de graphiques établissant l'exactitude de leurs conclusions.

La Commission propose de donner aux auteurs de ces intéressantes recherches une *mention honorable*.

Les conclusions de ce Rapport sont successivement adoptées.

PRIX L. LA CAZE.

(Commissaires : MM. Marey, Richet, Charcot, Bouchard, Verneuil, de Lacaze-Duthiers, Ranvier, Chauveau; Brown-Séquard, rapporteur.)

Les prix de la fondation La Caze ont pour objet de récompenser tout un ensemble de recherches et, ainsi que l'a dit un de nos plus éminents confrères, servent de sanction et, en quelque sorte, de couronnement à toute une vie scientifique. C'est ce sentiment qui a conduit votre Commission à vous demander de décerner le prix au D[r] **Charles Rouget**, Professeur de Physiologie générale au Muséum d'Histoire naturelle.

La Science doit à cet éminent physiologiste des découvertes du plus haut intérêt, surtout en Histologie et en Physiologie générale et comparative. Le nombre de ses travaux originaux est si grand qu'il serait impossible d'énumérer même tous ceux qui ont une importance spéciale. Nous mentionnerons donc, pour légitimer la décision de la Commission, quelques-uns seulement des plus remarquables progrès que M. Rouget a fait faire à la Physiologie.

Les recherches sur l'œil et la vision lui ont fourni une ample moisson de faits nouveaux, parmi lesquels nous signalerons les suivants : il a, le premier, décrit le muscle ciliaire circulaire et, grâce à cette découverte, il a pu fonder la théorie de l'accommodation de l'œil aux distances, qui est aujourd'hui presque universellement admise. Il a fait voir que la choroïde joue un rôle important dans la vision, en agissant comme un miroir réfléchissant les rayons lumineux sur la rétine.

Ses belles recherches sur l'ovulation, la menstruation et d'autres phé-

nomènes appartenant aux fonctions des organes génitaux l'ont conduit à des données nouvelles d'une grande importance. Ainsi, ayant trouvé un appareil musculaire capable de déterminer l'adaptation du pavillon de la trompe à l'ovaire, il a pu aisément expliquer le mécanisme à l'aide duquel les œufs, fécondés ou non, sont admis dans la trompe. Il a pu, en outre, donner une explication rationnelle de la menstruation et de ses relations intimes avec l'ovulation, et faire voir pourquoi l'hémorragie menstruelle n'existe que dans l'espèce humaine et chez des animaux qui en sont très voisins. Enfin il a découvert un muscle qui joue un rôle important dans l'érection et l'éjaculation du sperme.

M. Rouget a publié de très intéressantes recherches sur les substances amyloïdes et leur rôle dans la constitution des tissus des animaux. Il a montré que la formation du sucre dans l'organisme animal n'est pas l'œuvre d'une fonction spéciale, mais un acte de nutrition résultant d'une propriété générale des éléments des tissus, dans la constitution desquels les substances amyloïdes entrent au même titre que les substances protéiques. Dès 1859, il a constaté que le diabète sucré n'est pas dû à une maladie d'un organe en particulier, mais à un trouble de la nutrition, c'est-à-dire à un état diathésique. Ces vues sont maintenant presque généralement admises.

Parmi les progrès que M. Rouget a fait faire à la Science, un des plus remarquables consiste en ce qu'il a trouvé et parfaitement décrit l'appareil terminal des nerfs moteurs, auquel il a donné le nom de *plaques motrices*. M. Doyère, chez les Tardigrades, M. de Quatrefages, chez l'Éolidine, avaient déjà vu que les fibres nerveuses semblent se fusionner avec les fibres musculaires; Kuhne avait démontré que, chez les Vertébrés, la fibre nerveuse pénètre dans le sarcolemme, mais c'est à M. Rouget qu'il appartient d'avoir mis hors de contestation que ces appareils, qu'il avait, dès le début de ses recherches, considérés comme formés par une substance identique à celle du cylindraxe, sont, en effet, uniquement constitués par un enchevêtrement de ramifications de plus en plus fines du cylindraxe, se terminant toujours par des arcades en anses, en contact immédiat avec les fibrilles contractiles et le protoplasma interfibrillaire. Il a constaté que la surface terminale de la plaque motrice présente l'apparence d'un réseau identique à celui de la surface terminale de la lame nerveuse des plaques électriques de la Torpille, plaques dont il a, dans un autre travail, démontré l'existence.

L'étude des transformations de forces dans l'organisme animal est encore presque entièrement à faire. La Science, à ce sujet, doit à M. Rouget des travaux fort intéressants, où il s'est servi de faits bien établis par Matteucci, par notre Confrère M. Marey ou par lui-même. Il a pu en conclure que, dans les muscles et dans les centres nerveux, en même temps que se manifeste l'activité des forces organiques, sous forme de contraction, de sensation ou encore d'autres actions, une fraction de ces forces de tension passe à l'état de force vive sous forme de chaleur ou d'électricité. Dans les lames nerveuses réticulées de l'appareil électrique, où ne se manifestent ni mouvement ni sensation, la presque totalité de l'énergie potentielle — la neurilité — accumulée par la nutrition dans le réseau nerveux terminal se transforme en électricité.

M. Rouget a fait de nombreux et importants travaux sur l'inhibition. Il y a longtemps qu'il a établi une loi, supportant à peine d'exceptions et d'après laquelle, toutes les fois que l'excitation d'un nerf produit un arrêt de mouvement, on trouve un ganglion ou un amas de cellules nerveuses sur le trajet du courant nerveux engendrant l'inhibition. Il a aussi trouvé que des nerfs ordinairement moteurs, comme sont les accélérateurs du cœur, peuvent, dans certaines circonstances, montrer qu'ils sont aussi capables d'inhibition.

Ainsi que nous l'avons déjà dit, M. Rouget a fait nombre d'autres découvertes ou travaux originaux. Nous nous bornerons à en indiquer quelques-uns parmi les plus importants. On lui doit la connaissance de l'existence d'une tunique contractile, à structure spéciale, dans les vaisseaux capillaires sanguins, et la démonstration du resserrement de ces vaisseaux par le raccourcissement de filaments annulaires protoplasmiques des cellules ramifiées de cette tunique, à la suite d'excitations directes mécaniques ou électriques, soit des capillaires eux-mêmes, soit des nerfs vaso-moteurs. On lui doit aussi des découvertes relatives à la terminaison des nerfs sensitifs et des nerfs sécréteurs, à la structure des corpuscules de Pacini, à la rigidité cadavérique, aux mouvements érectiles, aux propriétés et aux actions du cœur et des muscles et à l'action physiologique de plusieurs poisons. Enfin nous dirons qu'il a publié des Mémoires d'une très grande importance en Anatomie comparée et en Anatomie philosophique.

Sous réserve de votre approbation, votre Commission décerne le prix La Caze (Physiologie) à M. **Charles Rouget**, qui s'en est rendu parfai-

tement digne par le nombre, la variété et la très grande valeur de ses travaux originaux, auxquels il a consacré entièrement trente-cinq années de son existence.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GAY.

(Commissaires : MM. Cornu, Becquerel, Daubrée, Fizeau;
Mascart, rapporteur.)

La question proposée pour le prix Gay était ainsi conçue :

« *Rechercher par la théorie suivant quelles lois la chaleur solaire arrive aux*
» *différentes latitudes du globe terrestre dans le cours de l'année, en tenant*
» *compte de l'absorption atmosphérique. Faire une étude comparative de la*
» *distribution des températures données par les observations.* »

C'est là une des questions les plus importantes pour la Physique du globe. La Commission doit se féliciter d'abord des efforts qui ont été faits pour en donner la solution que comporte l'état actuel de la Science. Elle a reçu quatre Mémoires, qui méritent tous des éloges, mais deux d'entre eux ont fixé particulièrement son attention, parce qu'ils répondent d'une manière plus complète au programme proposé.

Le travail de M. **Angot**, inscrit sous le n° 2, comprend deux Parties distinctes : la distribution de la chaleur solaire à la surface du globe et l'étude de la répartition des températures.

L'auteur a déterminé d'abord par les méthodes connues la quantité de chaleur versée chaque jour par le Soleil aux limites de l'atmosphère pour les différentes latitudes; il a tenu compte ensuite de l'absorption atmosphérique en supposant au coefficient moyen de transparence pour les différentes radiations une série de valeurs comprises entre 0,5 et l'unité. Les calculs présentent de grandes difficultés; ils ont été conduits avec

beaucoup d'élégance par un emploi judicieux des intégrales et des procédés graphiques. L'auteur en déduit la marche annuelle du phénomène aux différentes latitudes, sa distribution saisonnière en choisissant une série d'époques saillantes dans le cours de l'année, enfin la chaleur totale reçue par la Terre. La comparaison de ces résultats théoriques avec les phénomènes réels montre que le coefficient moyen de transparence doit être voisin de 0,7, et, dans ces conditions, la fraction totale de la chaleur solaire qui aboutit à la Terre serait d'environ $\frac{3}{5}$.

En tenant compte de toutes les circonstances, la quantité de chaleur reçue chaque jour en un lieu peut être représentée en fonction de l'anomalie moyenne du Soleil par la série de Fourier, et la température moyenne de l'air par une série analogue. S'il y avait proportionnalité entre les deux phénomènes, les coefficients de même ordre seraient dans un rapport constant, ce qui est loin de la vérité, et l'étude des relations qui existent entre eux fournirait les résultats les plus intéressants sur le caractère des climats. Les observations sont encore trop restreintes pour qu'il soit possible de faire cette comparaison jour par jour, mais il est facile de transformer les formules pour les appliquer aux moyennes des mois, des saisons ou de l'année.

Dès qu'on aborde les observations, on reconnaît qu'il est nécessaire de traiter séparément deux espèces très différentes de climats, les climats marins et les climats continentaux. En choisissant des régions du globe où cette distinction est le mieux tranchée, on peut en déduire une sorte de distribution théorique des températures, analogue à celle qui existerait si le globe était entièrement formé de terres ou de mers.

Nous ne pouvons entrer dans les détails de cette discussion très délicate, qui contient beaucoup de remarques curieuses sur la marche des températures et la distribution des extrêmes dans le cours de l'année; mais, une fois en possession des Tables qu'elle fournit, il ne reste plus qu'à les traduire sur une Carte du globe et à les comparer aux résultats des observations. La différence de la température réelle à sa valeur théorique ou *anomalie* est, pour chaque localité, un élément qui a une signification physique. Mettant à profit les meilleurs travaux des météorologistes, l'auteur a donné comme exemples des Cartes d'égale anomalie ou *courbes isanomales* pour la température moyenne annuelle et pour la moyenne des deux mois extrêmes de janvier et de juillet. Ces courbes traduisent d'une manière saisissante l'ensemble des causes locales, le voisinage des mers, la direction régulière ou périodique des vents, les courants marins, la pluie et

l'évaporation, l'influence de la végétation sur le sol, etc. Nous devons nous borner à signaler cette comparaison, dont l'intérêt réside dans l'examen minutieux de toutes les circonstances qui donnent tant de variété aux différents climats.

Le travail de M. Angot se distingue donc par la clarté de l'exposition, l'élégance des méthodes et une rare compétence dans la discussion des phénomènes observés à la surface du globe.

Le Mémoire de M. **Zeuker**, inscrit sous le n° 3, présente un tout autre caractère. Si la partie expérimentale, qui devait consister dans l'étude comparative des températures données par les observations, est trop écourtée, la partie théorique a reçu, au contraire, des développements très étendus et pleins d'intérêt.

Après avoir indiqué dans quelles limites on peut considérer que l'émission de chaleur solaire est invariable avec le temps, l'auteur examine d'abord, en utilisant tous les travaux déjà publiés à ce sujet, les diverses circonstances qui peuvent modifier la chaleur reçue par la Terre, en tenant compte de la forme elliptique du globe, de la marche du Soleil sur l'écliptique et même de la réfraction atmosphérique. Il en déduit une série de Tables qui donnent la chaleur reçue pour chaque jour aux différentes latitudes, ainsi que la chaleur totale qui correspond aux saisons et à l'année entière.

Vient ensuite l'examen des causes physiques qui modifient ces premiers résultats.

L'absorption atmosphérique est un phénomène très complexe, variable avec la longueur d'onde et, par conséquent, avec l'intensité de chaque radiation simple émanant du Soleil; les travaux des physiciens ne permettent pas encore de la déterminer exactement, et cette discussion conduit à une valeur moyenne du coefficient de transparence très rapprochée de celle qui est admise généralement.

L'auteur examine aussi avec le plus grand soin le rôle de la radiation diffuse, les différentes hypothèses émises jusqu'à présent sur la réflexion et la diffusion de la chaleur par les éléments qui existent dans l'atmosphère, tels que les vésicules ou gouttelettes liquides et les molécules des gaz, la réflexion sur le globe suivant que la surface est formée de terre, d'eau ou de neige, le retour de cette chaleur diffusée de nouveau par l'atmosphère, le crépuscule, le rôle des nuages, etc.

Il calcule ainsi des Tables qui donnent la chaleur reçue par une surface

de mer, de terre ou de neige pour différentes distances zénithales du Soleil; enfin, des Tables relatives à la chaleur reçue par la Terre pendant que le Soleil parcourt chaque degré de l'écliptique, et des Tables qui donnent la quantité de chaleur annuelle à toutes les latitudes.

Pour la partie climatologique, nous aurions à faire beaucoup de réserves. Les formules empiriques proposées déjà pour représenter la marche de la température annuelle en fonction de la latitude et de l'étendue relative des terres et des mers sur chaque parallèle sont mises à profit pour caractériser les deux espèces de climats marins ou continentaux. L'auteur en déduit une Carte des oscillations relatives de température et une Carte dite *de continentalité* qui diffère très peu de la précédente dans ses traits généraux.

La comparaison de ces Cartes avec l'observation montre des différences qui conduisent à de nouvelles Cartes, dites *isothalasses,* et qui traduisent, d'après l'auteur, l'influence des mers sur la température annuelle des continents.

En présence de ces deux Mémoires remarquables à des titres différents, la majorité de votre Commission a été d'avis qu'il était préférable de ne pas établir de classement entre eux et de leur donner une égale récompense. Elle a l'honneur de demander à l'Académie que la somme consacrée à ce concours soit doublée, et elle propose que le prix Gay soit décerné à M. **Angot** et à M. **Zeuker**.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE ARAGO.

(Commissaires : MM. Hervé Mangon, Bertrand, Pasteur, Hermite, Faye, Fizeau, Fremy, Peligot, de Quatrefages; Janssen, rapporteur.)

La Commission propose à l'Académie de décerner cette Médaille à M. **Bischoffsheim**. Les libéralités nombreuses de M. Bischoffsheim l'ont fait connaître depuis longtemps des savants et des amis des Sciences. Nous

ne parlerons ici que de la plus magnifique, parce que c'est celle qui a déterminé le choix de la Commission, à savoir la fondation de l'observatoire de Nice.

Cet observatoire, érigé entièrement des deniers de M. Bischoffsheim, constitue aujourd'hui l'un des plus beaux établissements consacrés à l'Astronomie.

On sait qu'il a été placé sur une colline voisine de la ville de Nice, le mont Gros, sous un climat qui, sans être tout à fait aussi favorable que celui de certains points de l'Algérie, est cependant remarquable par la fréquence des jours où l'on peut observer.

L'observatoire a été construit sur les plans et sous la direction du grand architecte auquel nous devons l'Opéra. Sous ce rapport, il constitue une exception peut-être unique, car il réunit le mérite exceptionnel de l'architecture aux conditions que la Science exige.

Parmi les instruments remarquables que compte l'observatoire de Nice, il convient de citer le grand équatorial, portant une lunette de $0^{m},76$ d'ouverture, dont le mécanisme est dû à M. Gautier et la partie optique à MM. Henry. Ce bel instrument rivalise avec avantage même avec celui qui vient d'être installé à Pulkowa. L'Astronomie française se trouve ainsi dotée, grâce à M. Bischoffsheim, du premier grand instrument qu'elle possède. Ajoutons, avec satisfaction, qu'elle en aura bientôt un second plus puissant encore, quand celui qu'on construit pour l'observatoire de Meudon sera terminé. Citons encore le cercle méridien installé à l'observatoire de Nice, dû à MM. Brunner frères et qui paraît tout à fait digne du talent consommé de ces habiles constructeurs.

Il convient de rappeler encore, parmi les objets qui à Nice doivent spécialement attirer l'attention, la grande coupole de 22^{m} de diamètre qui, grâce à un heureux artifice, a été transformée en un flotteur, ce qui supprime toutes les difficultés tenant aux frottements et aux défauts d'horizontalité. Cette remarquable construction est due à l'ingénieur auquel on en doit tant d'autres, à M. Eiffel.

Disons enfin que M. Bischoffsheim n'a rien épargné pour faire de cet observatoire un établissement hors ligne, indépendant de l'État et entièrement doté par son fondateur.

La Commission a pensé qu'une générosité qui se manifeste par des œuvres aussi nombreuses et aussi éclatantes méritait une récompense exceptionnelle, et elle vous propose, en conséquence, de décerner à

M. **Bischoffsheim** la Médaille Arago, que l'Académie accorde pour la première fois.

Cette proposition est adoptée.

PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

(Commissaires : MM. Peligot, Fremy, Schlœsing, Debray;
Troost, rapporteur.)

La Commission des Arts insalubres de la fondation Montyon déclare qu'aucune des Communications qui lui ont été adressées cette année ne lui a paru de nature à mériter, quant à présent, un des prix dont elle peut disposer. Elle accorde un encouragement à M. **Ed. Heckel**, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

M. Heckel a envoyé un Mémoire sur le traitement curatif de la *morue rouge*, dont l'ingestion peut occasionner de véritables empoisonnements.

Atteinte par le *rouge*, la morue se trouve dépréciée de la moitié environ de sa valeur; elle peut même, dans certaines conditions d'humidité, subir une fermentation et devenir toxique.

L'auteur, après avoir recherché la cause du *rouge*, a inauguré un traitement curatif qui le fait disparaître, préserve la morue de toute altération ultérieure, et lui rend son apparence marchande, en lui conservant toutes ses qualités nutritives.

Le succès de ce traitement est attesté par le témoignage des armateurs et des négociants de Saint-Malo, de Granville, de Bordeaux, de Cette et de Marseille.

L'auteur de ces recherches espère qu'en les poursuivant il arrivera à empêcher à tout jamais le développement du *rouge*.

Comme le commerce de la morue est d'une grande importance pour nos populations maritimes, et qu'il y aurait un réel intérêt, pour l'hygiène publique, à obtenir la solution complète du problème que s'est proposé M. **Ed. Heckel**, la Commission des Arts insalubres du prix Montyon lui accorde, pour l'engager à continuer ses études, un encouragement de *mille francs*.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX TRÉMONT.

(Commissaires : MM. Phillips, Faye, Janssen, Maurice Lévy; Bertrand, rapporteur.)

La Commission propose à l'Académie, de décerner le prix Trémont, de l'année 1887, à M. **Jules Morin**.

Cette proposition est adoptée.

PRIX GEGNER.

(Commissaires : MM. Hermite, Phillips, Darboux, Fremy; Bertrand, rapporteur.)

La Commission propose à l'Académie de décerner le prix Gegner de l'année 1887 à M. **Valson**.

Cette proposition est adoptée.

PRIX PETIT D'ORMOY.

(Sciences mathématiques.)

Commissaires : MM. Darboux, Hermite, Halphen, Jordan; Bertrand, rapporteur.)

La Commission propose à l'Académie de décerner le prix Petit d'Ormoy de l'année 1887 à feu **Laguerre (Edmond-Nicolas)**.

Cette proposition est adoptée.

PRIX PETIT D'ORMOY.

(Sciences naturelles.)

(Commissaires : MM. de Quatrefages, Blanchard, de Lacaze-Duthiers, Duchartre; A. Milne-Edwards, rapporteur.)

La Commission décerne à l'unanimité le prix Petit d'Ormoy à M. **Balbiani**, dont les beaux travaux ont éclairé quelques-uns des points les plus

obscurs de l'Histoire zoologique des animaux inférieurs, et les questions les plus ardues de l'Embryologie générale et de la genèse de la cellule.

Les premières recherches de ce savant naturaliste ont eu pour objet les Protozoaires et elles ont été poursuivies avec une rare sagacité jusque dans ces dernières années.

M. Balbiani a fait connaître un certain nombre de faits nouveaux et importants relatifs à l'organisation et au mode de reproduction des Infusoires. Il a donné, pour la première fois, une interprétation exacte de la conjugaison de ces petits êtres, considérée depuis Ehrenberg comme résultant de la division longitudinale d'un même individu. Il a réfuté par l'observation et l'expérience une théorie devenue célèbre en Allemagne, d'après laquelle on considérait les Infusoires ciliés comme se propageant par des embryons en forme d'Acinètes. M. Balbiani a montré que ces faits s'expliquent par le parasitisme et que ces prétendus embryons sont des Acinètes qui s'introduisent dans les Infusoires pour s'y nourrir et s'y multiplier. Cette interprétation est devenue indiscutable à la suite des observations de Metschnikoff, d'Engelmann et de Bütschli.

L'histoire des organismes inférieurs connus sous le nom de *Sporozoaires* est loin d'être encore complètement tracée; M. Balbiani a complété la classification de ces êtres donnée par Leuckhart, et il a fait connaître des groupes nouveaux, tels que ceux qui donnent lieu à la maladie des vers à soie, connue sous le nom de *pébrine,* et qui a fait tant de ravages dans les magnaneries.

L'organisation des Sporozoaires des Poissons a fixé son attention d'une manière toute spéciale, et il a montré que leur présence et leur prolifération peuvent déterminer des maladies épidémiques dont on avait constaté le danger sans en reconnaître la cause.

L'étude du développement du Strongle géant a permis à M. Balbiani d'établir que l'évolution de l'œuf de ce Ver se fait en dehors du corps des animaux envahis par ce parasite, et il est à espérer qu'il pourra déterminer quelles sont les migrations qu'il subit.

M. Balbiani a publié une longue suite de Mémoires sur l'embryologie des Arachnides (Aranéides et Phalangides); il a fait connaître la forme sous laquelle le jeune Phalangide sort de l'œuf, ayant déjà toutes ses parties essentielles et ne subissant que des mues pour arriver à l'état adulte. La formation du blastoderme des Araignées a été l'objet des recherches du savant professeur du Collège de France et ses conclusions ont été confirmée par les auteurs qui depuis ont traité cette même question.

Ses travaux sur l'embryologie des Insectes lui ont valu le grand prix des Sciences physiques pour 1873. Il a suivi le développement et le mécanisme de la fécondation chez plusieurs de ces animaux. L'interprétation qu'il a donnée de la parthénogénèse chez les Aphides est ingénieuse et, si elle n'est pas admise par tous les naturalistes, elle a mis en lumière des faits anatomiques nouveaux : elle dérive de la manière dont il envisage la signification des cellules polaires chez les Diptères. Il les considère comme les premiers rudiments de l'appareil mâle et femelle, apparaissant dans l'œuf avant l'embryon et même avant le blastoderme. L'intérêt que la vérification de ces observations aurait au point de vue des théories de l'hérédité est facile à saisir. Ces investigations avaient préparé M. Balbiani à aborder avec succès l'étude du Phylloxera. Comme délégué de l'Académie, il a consacré plusieurs années à de patientes et difficiles recherches, dont les résultats ont été publiés par les soins de nos Secrétaires perpétuels. La découverte de l'œuf d'hiver de ces Insectes a permis d'en comprendre la propagation en montrant en même temps la diversité des moyens de reproduction de ces petits êtres.

Les questions qui se rattachent à l'organisation et au rôle physiologique du noyau cellulaire sont peut-être les plus délicates à traiter de la Biologie générale. M. Balbiani s'est attaché à leur solution et il a mis en lumière divers faits des plus intéressants. Il a constaté que le nucléole ou la tache primitive de l'œuf pouvaient être animés de mouvements de contractilité semblables à ceux qui se passent dans le protoplasma de la cellule. Étudiant ensuite le processus de la division de cet élément, il a reconnu que la structure des filaments nucléaires n'est pas homogène comme on le croyait jusqu'alors; ils sont constitués par des granulations qui ont été ensuite retrouvées dans toutes les cellules. Le noyau dans les glandes salivaires du *Chironomus* offre même une complexité inattendue et présente une véritable organisation.

Les premiers phénomènes qui se passent dans l'œuf se lient de la manière la plus intime à l'histoire de la cellule. M. Balbiani a publié sur ce sujet difficile plusieurs Mémoires dans lesquels il démontre qu'il existe dans les œufs de beaucoup d'animaux un élément qui joue un rôle important lors des phases initiales du développement, surtout chez les animaux parthénogénésiques où il semble se comporter comme un principe fécondateur : d'où le nom de *cellule embryogène* que l'on a proposé de lui appliquer. Peut-être la signification que M. Balbiani a donnée à ce corps devra-t-elle être modifiée, mais son existence a été maintenant reconnue

dans l'œuf d'un grand nombre d'animaux vertébrés et invertébrés. La genèse des Spermatozoïdes a aussi été étudiée avec beaucoup de soin par M. Balbiani, ainsi que les premiers phénomènes de la fécondation chez les Mammifères, où il a constaté la présence de deux pronucléi qui doivent se fusionner pour former le premier noyau de segmentation. Il serait difficile d'exposer ici en détail les faits nombreux acquis à la Science par les recherches de M. **Balbiani**, et nous nous bornerons à cet exposé sommaire, qui suffit pour motiver le jugement de la Commission chargée de décerner le prix Petit d'Ormoy.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale ayant autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Mme la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, qui devra être décerné chaque année au premier élève sortant de l'École Polytechnique,

Le Président remet les cinq Volumes de la *Mécanique céleste*, l'*Exposition du Système du monde* et le *Traité des Probabilités* à M. **de Billy** (**Jules-Robert-Édouard**), né à Jacou (Hérault), le 29 octobre 1866, et entré, en qualité d'Élève-Ingénieur, à l'École des Mines.

PROGRAMME DES PRIX PROPOSÉS

POUR LES ANNÉES 1888, 1889, 1890, 1891 ET 1893.

GÉOMÉTRIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget.)

(Question proposée pour l'année 1888.)

« *Perfectionner la théorie des fonctions algébriques de deux variables indé-*
» *pendantes.* »

Les Mémoires manuscrits destinés à ce concours seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin; ils devront être accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

Le prix sera une médaille de la valeur de *trois mille francs*.

PRIX BORDIN.

(Question proposée pour l'année 1888.)

« *Perfectionner en un point important la théorie du mouvement d'un corps*
» *solide.* »

Le prix sera une médaille d'or de la valeur de *trois mille francs*.

Les Mémoires manuscrits destinés au concours seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin; ils seront accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

PRIX FRANCOEUR.

Un Décret en date du 18 janvier 1883 autorise l'Académie à accepter la donation qui lui est faite par Mme Veuve Francœur, pour la fondation d'un prix *annuel* de *mille francs*, qui sera décerné à l'auteur de découvertes ou de travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

Les Mémoires manuscrits ou imprimés seront reçus jusqu'au 1er juin de chaque année.

PRIX PONCELET.

Par Décret en date du 22 août 1868, l'Académie a été autorisée à accepter la donation qui lui a été faite, au nom du Général Poncelet, par Mme Veuve Poncelet, pour la fondation d'un *prix annuel* destiné à récompenser l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées, publié dans le cours des dix années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Le Général Poncelet, plein d'affection pour ses confrères et de dévouement aux progrès de la Science, désirait que son nom fût associé d'une manière durable aux travaux de l'Académie et aux encouragements par lesquels elle excite l'émulation des savants. Mme Veuve Poncelet, en fondant ce prix, s'est rendue l'interprète fidèle des sentiments et des volontés de l'illustre Géomètre.

Le prix consiste en une médaille de la valeur de *deux mille francs*.

Une donation spéciale de Mme Veuve Poncelet permet à l'Académie d'ajouter au prix qu'elle a primitivement fondé un exemplaire des Œuvres complètes du Général Poncelet.

MÉCANIQUE

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS,

DESTINÉ A RÉCOMPENSER TOUT PROGRÈS DE NATURE A ACCROITRE L'EFFICACITÉ DE NOS FORCES NAVALES.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa séance publique de l'année 1888.

Les Mémoires, plans et devis, manuscrits ou imprimés, devront être adressés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

PRIX MONTYON.

M. de Montyon a offert une rente sur l'État pour la fondation d'un *prix annuel* en faveur de celui qui, au jugement de l'Académie des Sciences, s'en sera rendu le plus digne, en inventant ou en perfectionnant des instruments utiles aux progrès de l'Agriculture, des Arts mécaniques ou des Sciences.

Le prix consiste en une médaille de la valeur de *sept cents francs*.

PRIX PLUMEY.

Par un testament en date du 10 juillet 1859, M. J.-B. Plumey a légué à l'Académie des Sciences vingt-cinq actions de la Banque de France « pour » les dividendes être employés *chaque année,* s'il y a lieu, en un prix à » l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute » autre invention qui aura le plus contribué au progrès de la navigation à » vapeur ».

En conséquence, l'Académie annonce qu'elle décernera *chaque année*,

dans sa séance publique, une médaille de la valeur de *deux mille cinq cents francs* au travail le plus important qui lui sera soumis sur ces matières.

PRIX DALMONT.

Par son testament en date du 5 novembre 1863, M. Dalmont a mis à la charge de ses légataires universels de payer, *tous les trois ans*, à l'Académie des Sciences, une somme de *trois mille francs*, pour être remise à celui de MM. les Ingénieurs des Ponts et Chaussées en activité de service qui lui aura présenté, à son choix, le meilleur travail ressortissant à l'une des Sections de cette Académie.

Ce prix triennal de *trois mille francs* doit être décerné pendant la période de trente années, afin d'épuiser les *trente mille francs* légués à l'Académie, d'exciter MM. les Ingénieurs à suivre l'exemple de leurs savants devanciers, Fresnel, Navier, Coriolis, Cauchy, de Prony et Girard, et comme eux obtenir le fauteuil académique.

Un Décret en date du 6 mai 1865 a autorisé l'Académie à accepter ce legs.

En conséquence, l'Académie annonce qu'elle décernera le prix fondé par M. Dalmont dans sa séance publique de l'année 1888.

PRIX FOURNEYRON.

(Question proposée pour l'année 1887 et remise à 1889.)

L'Académie des Sciences a été autorisée, par Décret du 6 novembre 1867, à accepter le legs, qui lui a été fait par M. Benoît Fourneyron, d'une somme de *cinq cents francs de rente* sur l'État français, pour la fondation d'un prix de *Mécanique appliquée*, à décerner *tous les deux ans*, le fondateur laissant à l'Académie le soin d'en rédiger le programme.

En conséquence, l'Académie propose pour sujet du prix Fourneyron, qu'elle décernera, s'il y a lieu, dans sa séance publique de l'année 1889, la question suivante : *Étude théorique et pratique sur les progrès qui ont été réalisés depuis* 1880 *dans la navigation aérienne.*

Les pièces de concours, manuscrites ou imprimées, devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1889.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.

La médaille fondée par Jérôme de Lalande, pour être accordée *annuellement* à la personne qui, en France ou ailleurs, aura fait l'observation la plus intéressante, le Mémoire ou le Travail le plus utile au progrès de l'Astronomie, sera décernée dans la prochaine séance publique, conformément à l'arrêté consulaire en date du 13 floréal an X.

Ce prix consiste en une médaille d'or de la valeur de *cinq cent quarante francs*.

PRIX DAMOISEAU.

(Question proposée pour l'année 1888.)

Un Décret en date du 16 mai 1863 a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Mme la Baronne de Damoiseau, d'une somme de *vingt mille francs*, « dont le revenu est destiné à former le montant d'un *prix annuel* », qui recevra la dénomination de *Prix Damoiseau*. Ce prix, quand l'Académie le juge utile aux progrès de la Science, peut être converti en *prix triennal* sur une question proposée.

L'Académie propose pour sujet du prix, qu'elle décernera, s'il y a lieu, dans sa séance publique de l'année 1888, la question suivante :

« *Perfectionner la théorie des inégalités à longues périodes causées par les* » *planètes dans le mouvement de la Lune. Voir s'il en existe de sensibles en* » *dehors de celles déjà bien connues.* »

Le prix sera une médaille d'or de la valeur de *trois mille francs*.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin.

PRIX VALZ.

M[me] Veuve Valz, par acte authentique en date du 17 juin 1874, a fait don à l'Académie d'une somme de *dix mille francs*, destinée à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous les ans* à des travaux sur l'Astronomie, conformément au prix Lalande. Sa valeur est de *quatre cent soixante francs*.

L'Académie a été autorisée à accepter cette donation par Décret en date du 29 janvier 1875.

Elle décernera, s'il y a lieu, le prix Valz de l'année 1888 à l'auteur de l'observation astronomique la plus intéressante qui aura été faite dans le courant de l'année.

PRIX JANSSEN.

Par Décret, en date du 18 décembre 1886, l'Académie a été autorisée à accepter la donation qui lui a été faite par M. Janssen pour la fondation d'un prix consistant en une médaille d'or, destinée à récompenser la découverte ou le travail faisant faire un progrès important à l'Astronomie physique.

M. Janssen, dont la carrière a été presque entièrement consacrée aux progrès de l'Astronomie physique et considérant que cette science n'a pas à l'Académie de prix qui lui soit spécialement affecté, a voulu combler cette lacune.

Le prix fondé par M. Janssen a été décerné pour la première fois dans la séance publique de l'année 1887.

Ce prix sera annuel pendant les sept premières années, et deviendra biennal à partir de l'année 1894.

PHYSIQUE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget.)

Question proposée pour l'année 1884, remise à 1886, puis à 1888.

L'Académie maintient au concours, pour l'année 1888, la question suivante :

« *Perfectionner en quelque point important la théorie de l'application de* » *l'électricité à la transmission du travail.* »

Le prix consistera en une médaille de la valeur de *trois mille francs*.

Les Mémoires devront être remis au Secrétariat avant le 1er juin; ils porteront une épigraphe ou devise, répétée dans un billet cacheté qui contiendra le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si la pièce à laquelle il appartient est couronnée.

PRIX L. LA CAZE.

Par son testament en date du 24 juillet 1865 et ses codicilles des 25 août et 22 décembre 1866, M. Louis La Caze, docteur-médecin à Paris, a légué à l'Académie des Sciences trois rentes de *cinq mille francs* chacune, dont il a réglé l'emploi de la manière suivante :

« Dans l'intime persuasion où je suis que la Médecine n'avancera réel- » lement qu'autant qu'on saura la Physiologie, je laisse *cinq mille francs* » *de rente perpétuelle à l'Académie des Sciences,* en priant ce corps savant » de vouloir bien distribuer *de deux ans en deux ans*, à dater de mon » décès, un prix de *dix mille francs* (10000 fr.) à l'auteur de l'Ouvrage » qui aura le plus contribué aux progrès de la *Physiologie*. Les étrangers » pourront concourir. . . . .

» Je confirme toutes les dispositions qui précèdent; mais, outre la » somme de *cinq mille francs* de rente perpétuelle que j'ai laissée à l'*Aca-* » *démie des Sciences* de Paris pour fonder un *prix de Physiologie,* que je

» maintiens ainsi qu'il est dit ci-dessus, je laisse encore à la même *Acadé-*
» *mie des Sciences* deux sommes de *cinq mille francs* de rente perpétuelle,
» libres de tous frais d'enregistrement ou autres, destinées à fonder deux
» autres prix, l'un pour le meilleur travail sur la *Physique*, l'autre pour
» le meilleur travail sur la *Chimie*. Ces deux prix seront, comme celui de
» *Physiologie*, distribués *tous les deux ans*, à perpétuité, à dater de mon
» décès, et seront aussi de *dix mille francs* chacun. Les étrangers pourront
» concourir. Ces sommes ne seront pas partageables et seront données
» en totalité aux auteurs qui en auront été jugés dignes. Je provoque ainsi,
» par la fondation assez importante de ces *trois prix*, en Europe et peut-
» être ailleurs, une série continue de recherches sur les sciences naturelles,
» qui sont la base la moins équivoque de tout savoir humain; et, en
» même temps, je pense que le jugement et la distribution de ces récom-
» penses par l'*Académie des Sciences* de Paris sera un titre de plus, pour
» ce corps illustre, au respect et à l'estime dont il jouit dans le monde
» entier. Si ces prix ne sont pas obtenus par des Français, au moins ils
» seront distribués par des Français, et par le premier corps savant de
» France. »

Un Décret en date du 27 décembre 1869 a autorisé l'Académie à accepter cette fondation; en conséquence, elle décernera, dans sa séance publique de l'année 1889, trois prix de *dix mille francs* chacun aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la *Physiologie*, de la *Physique* et de la *Chimie*. (Voir pages 1393 et 1405.)

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

L'Académie annonce que, parmi les Ouvrages qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la *Statistique de la France*, celui qui, à son jugement, contiendra les recherches les plus utiles, sera couronné dans la prochaine séance publique. Elle considère comme admis à ce concours les

Mémoires envoyés en manuscrit, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés, arrivent à sa connaissance.

Le prix consiste en une médaille de la valeur de *cinq cents francs*.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

Par un testament, en date du 13 mars 1851, M. le D[r] Jecker a fait à l'Académie un legs de *dix mille francs de rente* destiné à *accélérer les progrès de la Chimie organique*.

A la suite d'une transaction intervenue entre elle et les héritiers Jecker, l'Académie avait dû fixer à *cinq mille francs* la valeur de ce prix jusqu'au moment où les reliquats tenus en réserve lui permettraient d'en rétablir la quotité, conformément aux intentions du testateur.

Ce résultat étant obtenu depuis 1877, l'Académie annonce qu'elle décernera *tous les ans* le prix Jecker, porté à la somme de *dix mille francs*, aux travaux qu'elle jugera les plus propres à hâter les progrès de la *Chimie organique*.

PRIX L. LA CAZE.

Voir page 1391.

GÉOLOGIE.

PRIX DELESSE.

M[me] Veuve Delesse a fait don à l'Académie d'une somme de *vingt mille francs*, destinée par elle à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous les deux ans*, s'il y a lieu, à l'auteur, français ou étranger, d'un travail

concernant les Sciences géologiques, ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

L'Académie, ayant été autorisée à accepter cette donation par Décret du 15 mai 1883, a fixé la valeur du prix Delesse à *quatorze cents francs*. Il sera décerné dans la séance publique de l'année 1889.

PRIX FONTANNES.

Par son testament, en date du 26 avril 1883, M. Charles-François Fontannes a légué à l'Académie des Sciences la somme de *vingt mille francs*, pour la fondation d'un prix qui sera décerné, *tous les trois ans, à l'auteur de la meilleure publication paléontologique*.

Un Décret, en date du 5 septembre 1887, a autorisé l'Académie à accepter ce legs.

En conséquence, l'Académie décernera, pour la première fois, le prix Fontannes dans la séance publique de l'année 1890.

Le prix sera de la valeur de *deux mille francs*.

Les ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1890.

BOTANIQUE.

PRIX BARBIER.

M. Barbier, ancien Chirurgien en chef de l'hôpital du Val-de-Grâce, a légué à l'Académie des Sciences une rente de *deux mille francs*, destinée à la fondation d'un *prix annuel* « pour celui qui fera une découverte précieuse dans les Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans la Botanique ayant rapport à l'art de guérir ».

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa prochaine séance publique.

PRIX DESMAZIÈRES.

Par son testament, en date du 14 avril 1855, M. Desmazières a légué à l'Académie des Sciences un capital de *trente-cinq mille francs*, devant être converti en rentes *trois pour cent*, et servir à fonder un *prix annuel* pour être décerné « à l'auteur, français ou étranger, du meilleur ou du » plus utile écrit, publié dans le courant de l'année précédente, sur tout » ou partie de la Cryptogamie ».

Conformément aux stipulations ci-dessus, l'Académie annonce qu'elle décernera le prix Desmazières dans sa prochaine séance publique.

Le prix est une médaille de la valeur de *seize cents francs*.

PRIX DE LA FONS MÉLICOCQ.

M. de La Fons Mélicocq a légué à l'Académie des Sciences, par testament en date du 4 février 1866, une rente de *trois cents francs* qui devra être accumulée, et « servira à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous* » *les trois ans* au meilleur *Ouvrage de Botanique sur le nord de la France*, » c'est-à-dire *sur les départements du Nord, du Pas-de-Calais, des Ardennes*, » *de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne* ».

Ce prix consiste en une médaille de la valeur de *neuf cents francs;* l'Académie le décernera, s'il y a lieu, dans sa séance publique de l'année 1889, au meilleur Ouvrage, manuscrit ou imprimé, remplissant les conditions stipulées par le testateur.

PRIX THORE.

Par son testament olographe, en date du 3 juin 1863, M. François-Franklin Thore a légué à l'Académie des Sciences une inscription de rente *trois pour cent* de *deux cents francs*, pour fonder un *prix annuel* à décerner « à l'auteur du meilleur Mémoire sur les Cryptogames cellulaires d'Europe (Algues fluviatiles ou marines, Mousses, Lichens ou Champignons), » ou sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe ».

Ce prix est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'un Insecte. (*Voir* page 1399.)

PRIX MONTAGNE.

Par testament en date du 11 octobre 1862, M. Jean-François-Camille Montagne, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences la totalité de ses biens, à charge par elle de distribuer *chaque année* un ou deux prix, au choix de la *Section de Botanique*.

« Ces prix, dit le testateur, seront ou pourront être, l'un de *mille francs*, l'autre de *cinq cents francs*. »

Un Décret en date du 21 juillet 1866 a autorisé l'Académie à accepter ce legs. En conséquence, l'Académie décernera, s'il y a lieu, dans sa prochaine séance publique, les prix Montagne aux auteurs de travaux importants ayant pour objet l'anatomie, la physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieures (Thallophytes et Muscinées).

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin; les concurrents devront être Français ou naturalisés Français.

AGRICULTURE.

PRIX VAILLANT.

(Question proposée pour l'année 1888.)

M. le Maréchal Vaillant, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *quarante mille francs*, destinée à fonder un prix qui sera décerné soit annuellement, soit à de plus longs intervalles. « Je » n'indique aucun sujet pour le prix, dit M. le Maréchal Vaillant, ayant » toujours pensé laisser une grande Société comme l'Académie des Sciences » appréciatrice suprême de ce qu'il y avait de mieux à faire avec les fonds » mis à sa disposition. »

L'Académie, autorisée par Décret du 7 avril 1873 à accepter ce legs, a décidé que le prix fondé par M. le Maréchal Vaillant serait décerné *tous les*

deux ans. Elle propose d'attribuer le prix de l'année 1888 à l'auteur du *meilleur travail sur les maladies des céréales*.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, destinés à ce Concours devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

PRIX MOROGUES.

M. le baron B. de Morogues a légué, par son testament en date du 25 octobre 1834, une somme de *dix mille francs*, placée en rentes sur l'État, pour faire l'objet d'un prix à décerner *tous les cinq ans*, alternativement, par l'Académie des Sciences à l'*Ouvrage qui aura fait faire le plus grand progrès à l'Agriculture en France*, et par l'Académie des Sciences morales et politiques au *meilleur Ouvrage sur l'état du paupérisme en France et le moyen d'y remédier*.

L'Académie des Sciences décernera le prix Morogues en 1893. Les Ouvrages, *imprimés et écrits en français*, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1893.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget.)

Question proposée pour l'année 1889.

« *Étude complète de l'embryologie et de l'évolution d'un animal au choix du candidat*. »

Le prix sera une médaille de la valeur de *trois mille francs*.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1889.

PRIX BORDIN.

(Question proposée pour l'année 1887 et remise à 1889.)

L'Académie maintient au concours, pour l'année 1889, la question suivante :

« *Étude comparative de l'appareil auditif chez les animaux vertébrés à* » *sang chaud. Mammifères et Oiseaux.* »

L'appareil auditif des Mammifères et des Oiseaux est passablement connu dans ses traits généraux; néanmoins, à l'égard des fonctions de cet appareil, surgissent des questions du plus haut intérêt, qui appellent des recherches d'un caractère tout particulier.

Il s'agirait de décrire et de représenter d'une manière comparative et absolument précise les dispositions et la structure de l'appareil auditif dans quelques types choisis de la classe des Mammifères et de la classe des Oiseaux, et de poursuivre des observations et des expériences en vue de déterminer dans chaque type la nature et l'étendue des perceptions auditives, en rapport avec la conformation organique.

Il est certain que les perceptions auditives diffèrent d'une manière très notable chez des animaux d'une même classe. Il y a des particularités qui coïncident avec les conditions de la vie que trahissent les dispositions organiques. Un exemple pourra fixer les idées sur le genre de recherches que l'Académie entend provoquer.

Ainsi, tandis que, chez les Mammifères en général, le rocher ou pétrosal qui loge l'oreille interne est la portion la plus dure et la plus épaisse des parois du crâne, chez les Chauves-Souris, le rocher demeure à l'état cartilagineux, en même temps que toutes les parties de l'oreille présentent un développement exceptionnel. Or, on reconnaît que les Chauves-Souris errant la nuit, à travers les airs, à la poursuite d'insectes, entendent à distance le vol d'un moucheron, percevant ainsi des sons très faibles et des notes d'une extrême acuité, qui échappent à l'oreille humaine comme à l'oreille de tous les Mammifères terrestres. Selon certaines apparences, les Chauves-Souris n'entendent point les sons graves. En opposition, on sera conduit à étudier l'appareil auditif chez des Mammifères dont les cris annoncent la perception de sons très graves, peut-être à l'exclusion de notes aiguës : tels des Ruminants.

Chez les Oiseaux, le chant de diverses espèces suffit à convaincre de la délicatesse des perceptions auditives. Quelques expériences incomplètement réalisées donnent à croire que ces êtres perçoivent des sons très élevés et sont insensibles à des notes basses qui affectent l'oreille humaine. On trouvera selon toute probabilité des aptitudes contraires chez d'autres Oiseaux, tels que des Cigognes, des Hérons, des Palmipèdes.

Des observations comparatives vraiment rigoureuses et des expériences bien conduites éclaireraient certainement d'un jour nouveau des phénomènes qui intéressent à la fois la Physique, la Physiologie et la Psychologie.

Le prix sera une médaille de la valeur de *trois mille francs*.

Les travaux, manuscrits ou imprimés, destinés à ce concours seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1889.

PRIX THORE.

Par son testament olographe, en date du 3 juin 1863, M. François-Franklin Thore a légué à l'Académie des Sciences une inscription de rente *trois pour cent* de *deux cents francs*, pour fonder un *prix annuel* à décerner « à » l'auteur du meilleur Mémoire sur les Cryptogames cellulaires d'Europe » (Algues fluviatiles ou marines, Mousses, Lichens ou Champignons), ou sur » les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe ».

Ce prix est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'un Insecte. (*Voir* page 1395.)

PRIX SAVIGNY, FONDÉ PAR Mlle LETELLIER.

Un Décret, en date du 20 avril 1864, a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation qui lui a été faite par Mlle Letellier, au nom de Savigny, d'une somme de *vingt mille francs* pour la fondation d'un *prix annuel* en faveur des jeunes zoologistes voyageurs.

« Voulant, dit la testatrice, perpétuer, autant qu'il est en mon pouvoir » de le faire, le souvenir d'un martyr de la science et de l'honneur, je

» lègue à l'Institut de France, Académie des Sciences, Section de Zoologie, » *vingt mille francs*, au nom de Marie-Jules-César Le Lorgne de Savigny, » ancien Membre de l'Institut d'Égypte et de l'Institut de France, pour » l'intérêt de cette somme de *vingt mille francs* être employé à aider les » jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du » Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans » vertèbres de l'Égypte et de la Syrie. »

Le prix consiste en une médaille de *neuf cent soixante-quinze francs*.

PRIX DA GAMA MACHADO.

Par un testament en date du 12 mars 1852, M. le commandeur J. da Gama Machado a légué à l'Académie des Sciences une somme de *vingt mille francs*, réduite à *dix mille francs*, pour la fondation d'un prix qui doit porter son nom.

Un Décret du 19 juillet 1878 a autorisé l'Académie à accepter ce legs.

En conséquence, l'Académie, conformément aux intentions exprimées par le testateur, décernera, *tous les trois ans*, le prix da Gama Machado aux meilleurs Mémoires qu'elle aura reçus sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

Le prix consistera en une médaille de *douze cents francs*.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être reçus au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1888.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

Conformément au testament de M. Auget de Montyon et aux Ordonnances royales des 29 juillet 1821, 2 juin 1825 et 23 août 1829, il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs des Ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir*, et à ceux qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie, ou qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du Concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Conformément à l'Ordonnance du 23 août 1829, outre les prix annoncés ci-dessus, il sera aussi décerné, s'il y a lieu, des prix aux meilleurs résultats des recherches entreprises sur des questions proposées par l'Académie, conformément aux vues du fondateur.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés au concours doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX BRÉANT.

Par son testament en date du 28 août 1849, M. Bréant a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix à décerner « à celui qui aura trouvé le moyen de gué-

rir du choléra asiatique ou qui aura découvert les causes de ce terrible fléau [1] ».

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne sera pas décerné tout de suite, le fondateur a voulu, jusqu'à ce que ce prix soit gagné, que l'*intérêt du capital* fût donné à la personne qui aura fait avancer la Science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, ou enfin que ce prix pût être gagné par celui qui indiquera le moyen de guérir radicalement les dartres ou ce qui les occasionne.

Les concurrents devront satisfaire aux conditions suivantes :

1° Pour remporter le prix de *cent mille francs*, il faudra : « *Trouver une* » *médication qui guérisse le choléra asiatique dans l'immense majorité des cas* » ;

Ou : « *Indiquer d'une manière incontestable les causes du choléra asiatique, de* » *façon qu'en amenant la suppression de ces causes on fasse cesser l'épidémie ;* »

Ou enfin : « *Découvrir une prophylaxie certaine, et aussi évidente que l'est,* » *par exemple, celle de la vaccine pour la variole* ».

2° Pour obtenir le *prix annuel* représenté par l'intérêt du capital, il faudra, par des procédés rigoureux, avoir démontré dans l'atmosphère l'existence de matières pouvant jouer un rôle dans la production ou la propagation des maladies épidémiques.

---

[1] Il paraît convenable de reproduire ici les propres termes du fondateur : « Dans l'état » actuel de la Science, je pense qu'il y a encore beaucoup de choses à trouver dans la com- » position de l'air et dans les fluides qu'il contient : en effet, rien n'a encore été découvert » au sujet de l'action qu'exercent sur l'économie animale les fluides électriques, magné- » tiques ou autres ; rien n'a été découvert également sur les animalcules qui sont répan- » dus en nombre infini dans l'atmosphère, et qui sont peut-être la cause ou une des » causes de cette cruelle maladie.

» Je n'ai pas connaissance d'appareils aptes, ainsi que cela a lieu pour les liquides, » à reconnaître l'existence dans l'air d'animalcules aussi petits que ceux que l'on aper- » çoit dans l'eau en se servant des instruments microscopiques que la Science met à la » disposition de ceux qui se livrent à cette étude.

» Comme il est probable que le prix de *cent mille francs*, institué comme je l'ai » expliqué plus haut, ne sera pas décerné de suite, je veux, jusqu'à ce que ce prix soit » gagné, que l'intérêt dudit capital soit donné par l'Institut à la personne qui aura fait » avancer la Science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, » soit en donnant de meilleures analyses de l'air, en y démontrant un élément morbide, » soit en trouvant un procédé propre à connaître et à étudier les animalcules qui » jusqu'à présent ont échappé à l'œil du savant, et qui pourraient bien être la cause ou » une des causes de la maladie. »

Dans le cas où les conditions précédentes n'auraient pas été remplies, le *prix annuel* pourra, aux termes du testament, être accordé à celui qui aura trouvé le moyen de guérir radicalement les dartres, ou qui aura éclairé leur étiologie.

PRIX GODARD.

Par un testament en date du 4 septembre 1862, M. le Dr Godard a légué à l'Académie des Sciences « le capital d'une rente de *mille francs, trois pour cent,* pour fonder un prix qui, *chaque année,* sera donné au meilleur Mémoire sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires. Aucun sujet de prix ne sera proposé. « Dans le cas où, une » année, le prix ne serait pas donné, il serait ajouté au prix de l'année sui- » vante. »

En conséquence, l'Académie annonce que le prix Godard, représenté par une médaille de *mille francs,* sera décerné, chaque année, dans sa séance publique, au travail qui remplira les conditions prescrites par le testateur.

PRIX SERRES.

M. Serres, membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *soixante mille francs,* pour l'institution d'un *prix triennal* « *sur* » *l'embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à* » *la Médecine* ».

Un Décret en date du 19 août 1868 a autorisé l'Académie à accepter ce legs; en conséquence, elle décernera un prix de la valeur de *sept mille cinq cents francs,* dans sa séance publique de l'année 1890, au meilleur Ouvrage qu'elle aura reçu sur cette importante question.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1890.

PRIX CHAUSSIER.

M. Chaussier a légué à l'Académie des Sciences, par testament en date du 19 mai 1863, « une inscription de rente de *deux mille cinq cents francs* par an, que l'on accumulera pendant *quatre ans* pour donner un prix

au meilleur Livre ou Mémoire qui aura paru pendant ce temps, et fait avancer la Médecine, soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique ».

Un Décret, en date du 7 juillet 1869, a autorisé l'Académie à accepter ce legs. Elle décernera ce prix, de la valeur de *dix mille francs*, dans sa séance publique de l'année 1891, au meilleur Ouvrage paru dans les quatre années qui auront précédé son jugement.

Le Ouvrages ou Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1891.

PRIX DUSGATE.

M. Dusgate, par testament en date du 11 janvier 1872, a légué à l'Académie des Sciences *cinq cents francs* de rentes françaises *trois pour cent* sur l'État, pour, avec les arrérages annuels, fonder un *prix* de *deux mille cinq cents francs*, à délivrer *tous les cinq ans* à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

Un Décret du 27 novembre 1874 a autorisé l'Académie à accepter ce legs; en conséquence, elle annonce qu'elle décernera le prix Dusgate, s'il y a lieu, dans sa séance publique de l'année 1890.

Les Ouvrages ou Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1890.

PRIX LALLEMAND.

Par un testament en date du 2 novembre 1852, M. C.-F. Lallemand, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cinquante mille francs* dont les intérêts annuels doivent être employés, en son nom, à « récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots ».

Un Décret en date du 26 avril 1855 a autorisé l'Académie à accepter ce legs, dont elle n'a pu bénéficier qu'en 1880; elle annonce, en conséquence, qu'elle décernera *annuellement* le prix Lallemand, dont la valeur est fixée à *dix-huit cents francs*.

Les travaux destinés au concours devront être envoyés au Secrétariat avant le 1er juin.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON.

M. de Montyon, par deux donations successives, ayant offert à l'Académie des Sciences la somme nécessaire à la fondation d'un prix annuel de *Physiologie expérimentale*, et le Gouvernement l'ayant autorisée à accepter ces donations, elle annonce qu'elle adjugera annuellement une médaille de la valeur de *sept cent cinquante francs* à l'Ouvrage, imprimé ou manuscrit, qui lui paraîtra répondre le mieux aux vues du fondateur.

PRIX L. LA CAZE.

Voir page 1391.

PRIX POURAT.

M. le Dr Marc-Aubin Pourat, par son testament en date du 20 juin 1876, a légué à l'Académie des Sciences la nue-propriété d'un titre de *deux mille francs* 5 pour 100 sur l'État français, dont les arrérages doivent être affectés, après extinction de l'usufruit, à la fondation d'un *prix annuel à décerner sur une question de Physiologie*.

Un décret du 29 octobre 1877 a autorisé l'acceptation de ce legs.

L'Académie, entrée en possession dudit legs le 27 mai 1887, décernera pour la première fois, s'il y a lieu, ce prix, d'une valeur de *dix-huit cents francs*, dans la séance publique annuelle de l'année 1889.

La question proposée est la suivante :

« *Recherches expérimentales sur la contraction musculaire.* »

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1889.

PRIX MARTIN-DAMOURETTE.

Par son testament olographe, en date du 3 février 1883, M. le Dr Félix-Antoine Martin-Damourette a légué à l'Académie des Sciences *quarante mille francs* pour *fonder un prix annuel ou biennal de Physiologie thérapeutique*.

Un décret du 29 juin 1887 a autorisé l'Académie à accepter la moitié seulement dudit legs; elle annonce, en conséquence, qu'elle décernera, *tous les deux ans*, à partir de l'année 1889, le prix Martin-Damourette, dont la valeur est fixée à *quatorze cents francs*.

Les Ouvrages ou Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1889.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE

PRIX GAY.

L'Académie rappelle qu'elle a proposé pour sujet du prix, qu'elle doit décerner dans sa séance publique de l'année 1888, la question suivante :

« *Dresser, d'après des observations nouvelles et en mettant à contribution*
» *celles déjà publiées, des Cartes mensuelles des courants de surface dans*
» *l'océan Atlantique.*
» *Donner un aperçu du régime des glaces en mouvement aux abords des*
» *régions boréales.* »

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin.

PRIX GAY.

(Question proposée pour l'année 1889.)

« *Déterminer, par l'étude comparative des Faunes et des Flores, les relations* » *qui ont existé entre les îles de la Polynésie et les terres voisines.* »

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1889.

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE ARAGO.

L'Académie, dans sa séance du 14 novembre 1887, a décidé la fondation d'une médaille d'or à l'effigie d'Arago.

Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la Science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

Conformément au testament de M. Auget de Montyon et aux Ordonnances royales des 29 juillet 1821, 2 juin 1825 et 23 août 1829, il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs des ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir*, et à ceux qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie, ou qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés au concours doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1[er] juin de chaque année.

PRIX CUVIER.

La Commission des souscripteurs pour la statue de Georges Cuvier ayant offert à l'Académie une somme résultant des fonds de la souscription restés libres, avec l'intention que le produit en fût affecté à un prix qui porterait le nom de *Cuvier,* et serait décerné *tous les trois ans* à l'Ouvrage le plus remarquable, soit sur le règne animal, soit sur la Géologie, le Gouvernement a autorisé cette fondation par une Ordonnance en date du 9 août 1839.

L'Académie annonce qu'elle décernera, s'il y a lieu, le prix *Cuvier,* dans sa séance publique de l'année 1888, à l'Ouvrage qui remplira les conditions du concours, et qui aura paru depuis le 1[er] janvier 1885 jusqu'au 31 décembre 1888.

Le prix Cuvier consiste en une médaille de la valeur de *quinze cents francs*.

PRIX TRÉMONT.

M. le baron de Trémont, par son testament en date du 5 mai 1847, a légué à l'Académie des Sciences une somme *annuelle* de *onze cents francs,* pour aider dans ses travaux tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien, auquel une assistance sera nécessaire « pour atteindre un but utile et glorieux pour la France ».

Un Décret, en date du 8 septembre 1856, a autorisé l'Académie à accepter cette fondation.

En conséquence, l'Académie annonce que, dans sa séance publique de l'année 1887, elle accordera la somme provenant du legs Trémont, à titre

d'encouragement, à tout « savant, ingénieur, artiste ou mécanicien » qui, se trouvant dans les conditions indiqués, aura présenté, dans le courant de l'année, une découverte ou un perfectionnement paraissant répondre le mieux aux intentions du fondateur.

PRIX GEGNER.

M. Jean-Louis Gegner, par testament en date du 12 mai 1868, a légué à l'Académie des Sciences « un nombre d'obligations suffisant pour former le capital d'un revenu *annuel* de *quatre mille francs*, destiné à soutenir un savant qui se sera signalé par des travaux sérieux, et qui dès lors pourra continuer plus fructueusement ses recherches en faveur des progrès des Sciences positives ».

L'Académie des Sciences a été autorisée, par Décret en date du 2 octobre 1869, à accepter cette fondation.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

Par un testament en date du 17 août 1872, Mme Veuve Delalande-Guérineau a légué à l'Académie des Sciences une somme réduite à *dix mille cinq francs*, pour la fondation d'un prix à décerner *tous les deux ans* « *au voyageur* » *français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à* » *la France ou à la Science* ».

Un Décret en date du 25 octobre 1873 a autorisé l'Académie à accepter ce legs. Elle décernera, en conséquence, le prix Delalande-Guérineau dans sa séance publique de l'année 1888.

Le prix consiste en une médaille de la valeur de *mille francs*.

Les pièces de concours devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

PRIX JEAN REYNAUD.

Mme Veuve Jean Reynaud, « voulant honorer la mémoire de son mari et perpétuer son zèle pour tout ce qui touche aux gloires de la France », a, par acte en date du 23 décembre 1878, fait donation à l'Institut de

France d'une rente sur l'État français, de la somme de *dix mille francs*, destinée à fonder un prix annuel qui sera successivement décerné par les cinq Académies « au travail le plus méritant, relevant de chaque classe de l'Institut, qui se sera produit pendant une période de cinq ans ».

« Le prix J. Reynaud, dit la fondatrice, ira toujours à une œuvre origi-
» nale, élevée et ayant un caractère d'invention et de nouveauté.

» Les Membres de l'Institut ne seront pas écartés du concours.

» Le prix sera toujours décerné intégralement; dans le cas où aucun
» ouvrage ne semblerait digne de le mériter entièrement, sa valeur sera
» délivrée à quelque grande infortune scientifique, littéraire ou artistique. »

Un Décret en date du 25 mars 1879 a autorisé l'Institut à accepter cette généreuse donation. En conséquence, l'Académie des Sciences annonce qu'elle décernera le prix Jean Reynaud, pour la troisième fois, dans sa séance publique de l'année 1891.

PRIX JÉROME PONTI.

M. le chevalier André Ponti, désirant perpétuer le souvenir de son frère Jérôme Ponti, a fait donation, par acte notarié du 11 janvier 1879, d'une somme de *soixante mille lires* italiennes, dont les intérêts devront être employés par l'Académie « selon qu'elle le jugera le plus à propos pour encourager les Sciences et aider à leurs progrès ».

Un Décret en date du 15 avril 1879 a autorisé l'Académie des Sciences à accepter cette donation; elle annonce, en conséquence, qu'elle décernera le prix Jérôme Ponti *tous les deux ans*, à partir de l'année 1882.

Le prix, de la valeur de *trois mille cinq cents francs*, sera accordé à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1888.

PRIX PETIT D'ORMOY.

Par son testament, en date du 24 juin 1875, M. A. Petit d'Ormoy a institué l'Académie des Sciences sa légataire universelle, à charge par elle

d'employer les revenus de sa succession en prix et récompenses attribués suivant les conditions qu'elle jugera convenable d'établir, moitié à des travaux théoriques, moitié à des applications de la Science à la pratique médicale, mécanique ou industrielle.

Un Décret, en date du 20 février 1883, a autorisé l'Académie à accepter ce legs; en conséquence, elle a décidé que, sur les fonds produits par le legs Petit d'Ormoy, elle décernera *tous les deux ans,* à partir de l'année 1883, un prix de *dix mille francs* pour les Sciences mathématiques pures ou appliquées, et un prix de *dix mille francs* pour les Sciences naturelles.

Les reliquats disponibles de la fondation pourront être employés par l'Académie en prix ou récompenses, suivant les décisions qui seront prises à ce sujet.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Mme la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace.

Ce prix est décerné, *chaque année,* au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

CONDITIONS COMMUNES A TOUS LES CONCOURS.

Les concurrents sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des Ouvrages envoyés aux concours; les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies au Secrétariat de l'Institut.

Par une mesure générale prise en 1865, l'Académie a décidé que la clôture des concours pour les prix qu'elle propose aurait lieu à la même époque de l'année, et le terme a été fixé au **PREMIER JUIN**.

Les concurrents doivent indiquer, par une analyse succincte, la partie de leur travail où se trouve exprimée la découverte sur laquelle ils appellent le jugement de l'Académie.

Nul n'est autorisé à prendre le titre de LAURÉAT DE L'ACADÉMIE, s'il n'a été jugé digne de recevoir un PRIX. Les personnes qui ont obtenu des *récompenses,* des *encouragements* ou des *mentions,* n'ont pas droit à ce titre.

LECTURES.

M. **J. BERTRAND** lit l'éloge historique de **STANISLAS-CHARLES-HENRI-LAURENT DUPUY DE LOME**, Membre de l'Académie.

J. B. et L. P.

TABLEAUX

DES PRIX DÉCERNÉS ET DES PRIX PROPOSÉS

DANS LA SÉANCE DU LUNDI 26 DÉCEMBRE 1887.

TABLEAU DES PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1887.

GÉOMÉTRIE.

MÉCANIQUE.

ASTRONOMIE.

PHYSIQUE.

STATISTIQUE.

CHIMIE.

GÉOLOGIE.

BOTANIQUE.

PRIX PROPOSÉS

pour les années 1888, 1889, 1890, 1891 *et* 1893.

TABLEAU PAR ANNÉE

DES PRIX PROPOSÉS POUR 1888, 1889, 1890, 1891 ET 1893.

1888

Grand prix des Sciences mathématiques. — Perfectionner la théorie des fonctions algébriques de deux variables indépendantes.

Prix Bordin. — Perfectionner en un point important la théorie du mouvement d'un corps solide.

Prix Francœur. — Découvertes ou travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

Prix Poncelet. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile au progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées.

Prix extraordinaire de six mille francs. — Progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

Prix Montyon. — Mécanique.

Prix Plumey. — Décerné à l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus contribué au progrès de la navigation à vapeur.

Prix Dalmont. — Décerné aux ingénieurs des Ponts et Chaussées qui auront présenté à l'Académie le meilleur travail ressortissant à l'une de ses Sections.

Prix Lalande. — Astronomie.

Prix Valz. — Astronomie.

Prix Janssen. — Astronomie physique.

Prix Damoiseau. — Perfectionner la théorie des inégalités à longues périodes causées par les planètes dans le mouvement de la Lune.

Grand prix des Sciences mathématiques. — Perfectionner en quelque point important la théorie de l'application de l'électricité à la transmission du travail.

Prix Montyon. — Statistique.

Prix Gay. — Dresser des cartes mensuelles des courants de surface dans l'océan Atlantique. Donner un aperçu du régime des glaces en mouvement aux abords des régions boréales.

Prix Jecker. — Chimie organique.

Prix Montyon. — Arts insalubres.

Prix Cuvier. — Destiné à l'Ouvrage le plus remarquable soit sur le règne animal, soit sur la Géologie.

Prix Barbier. — Décerné à celui qui fera une découverte précieuse dans les Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans la Botanique ayant rapport à l'art de guérir.

Prix Desmazières. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile sur tout ou partie de la Cryptogamie.

Prix Thore. — Décerné alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.

Prix Montagne. — Décerné aux auteurs de travaux importants ayant pour objet l'anatomie, la physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieures.

Prix Vaillant. — Destiné à l'auteur du meilleur travail sur les maladies des céréales.

Prix Savigny, fondé par Mlle Letellier. — Décerné à de jeunes zoologistes voyageurs.

Prix da Gama Machado. — Sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

Prix Montyon. — Médecine et Chirurgie.

Prix Bréant. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de guérir le choléra asiatique.

Prix Godard. — Sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires.

Prix Lallemand. — Destiné à récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots.

Prix Montyon. — Physiologie expérimentale.

Prix Trémont. — Destiné à tout savant, artiste ou mécanicien auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France.

Prix Gegner. — Destiné à soutenir un savant qui se sera distingué par des travaux sérieux poursuivis en faveur du progrès des Sciences positives.

Prix Delalande-Guérineau. — Destiné au voyageur français au au savant qui, l'un ou l'autre aura rendu le plus de services à la France ou à la Science.

Prix Jérome Ponti. — Décerné à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le

développement seront jugés importants pour la Science.

Prix Laplace. — Décerné au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

1889

Prix Fourneyron. — Étude théorique et pratique sur les progrès qui ont été réalisés depuis 1880 dans la navigation aérienne.

Prix L. La Caze. — Décerné à l'auteur du meilleur travail sur la Physique, la Chimie et la Physiologie.

Prix Delesse. — Destiné à l'auteur d'un travail concernant les Sciences géologiques ou, à défaut, les Sciences minéralogiques.

Prix Gay. — Déterminer, par l'étude comparative des Faunes et des Flores, les relations qui ont existé entre les îles de la Polynésie et les terres voisines.

Prix de la Fons Mélicocq. — Décerné au meilleur Ouvrage de Botanique sur le nord de la France.

Grand prix des Sciences physiques. — Étude complète de l'embryologie et de l'évolution d'un animal, au choix du candidat.

Prix Bordin. — Étude comparative de l'appareil auditif chez les animaux vertébrés à sang chaud, Mammifères et Oiseaux.

Prix Pourat. — Recherches expérimentales sur la contraction musculaire.

Prix Martin-Damourette. — Physiologie thérapeutique.

Prix Petit d'Ormoy. — Sciences mathématiques pures ou appliquées et Sciences naturelles.

1890

Prix Fontannes. — Décerné à l'auteur de la meilleure publication paléontologique.

Prix Serres. — Sur l'embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine.

Prix Dusgate. — Décerné à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

1891

Prix Chaussier. — Décerné à des travaux importants de Médecine légale ou de Médecine pratique.

Prix Jean Reynaud. — Décerné au travail le plus méritant qui se sera produit pendant une période de cinq ans.

1893

Prix Morogues. — Décerné à l'Ouvrage qui aura fait faire le plus grand progrès à l'Agriculture en France.

ERRATA.

(Séances des 28 novembre et 5 décembre 1887.)

Notes de M. *de Mercey*, Sur la craie phosphatée en Picardie.

Page 1086, ligne 13, *au lieu de* aucune couche de craie à *Belemnites quadratus, lisez* aucune couche de craie supérieure à la craie à *Belemnites quadratus.*

Page 1136, ligne 1, *au lieu de* des bassins, *lisez* de bassins.

(Séance du 19 décembre 1887.)

Note de M. *Lecoq de Boisbaudran,* intitulée : « A quels degrés d'oxydation se trouvent le chrome et le manganèse dans leurs composés fluorescents?

Page 1229, dans la note (2), les quantités de Cr^2O^3 indiquées sont toutes quatre fois trop fortes : ainsi, *au lieu de* 2 ; 8 à 10 et 50 parties de Cr^2O^3 pour 100 parties de CaO, CO^2, *il faut lire :* $\frac{1}{2}$; 2 à $2\frac{1}{2}$ et $12\frac{1}{2}$ parties de Cr^2O^3.

Page 1231, considérer comme nulles les lignes 19 à 33, commençant par les mots : « Le même CaO, CO^2 chromifère ».

Page 1232, considérer comme nulles les lignes 1 à 4, finissant par les mots : « d'un vert pâle, non frittée ».

FIN DU TOME CENT-CINQUIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1887.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME CV.

A

B

C

D

E

F

G

H

L

M

N

O

P

R

S

T

U

V

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

V

W

Z

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
13212 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.